

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава УДК 621.791.75:669.715

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Соколов Владислав Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселёв А.С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Лежнина И. А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, приборостроении и др. областях, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении

	патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий производств.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного
производства
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 06.02.2020 Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Соколову Владиславу Олеговичу

Тема работы:

Разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы на предмет современного состояния процесса сварки алюминиевых сплавов 2. Описание конструкции ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава 3. Разработка технологии сборки и сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Особенность сварки в инертном газе. 3.2. Выбор способа сварки 3.3. Выбор сварочных материалов 3.4. Расчет параметров режима сварки 3.5. Выбор сварочного оборудования 3.6. Методы борьбы со сварочными деформациями 3.7. План раскроя заготовок 3.8. Заготовительные операции 3.9. Сборочные операции 3.10. Сварочные операции 3.11. Контроль качества сварных соединений 3.12. Комплект технологической документации
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. План раскроя заготовок 2. План выполнения продольного шва обечайки 3. Днище эллипсоидное отбортованное алюминиевое 4. Сборка ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава 5. Сварные соединения алюминиевой цистерны 6. Схема выполнения сварных швов <p>Установка для сварки днища с обечайкой</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
1-3 пп.	Киселёв А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
4. Финансовый менеджмент, и ресурсоснажение	Трубченко Т.Г., к.э.н., доцент ОСИ
5. Социальная ответственность	Гуляев М.В., Старший преподаватель
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
Введение	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2020
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселёв А.С.	к.т.н.		05.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Соколов В.О.		05.02.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Соколов Владислав Олегович

Школа	Отделение школы (НОЦ)	Уровень образования	Направление/специальность
		Бакалавриат	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя- 43200 Оклад инженера - 25000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы. Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	Доцент, к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Соколов Владислав Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Соколов Владислав Олегович

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м ³ из алюминиевого сплава	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м3 из алюминиевого сплава. Рабочим местом является отдельное помещение (цех).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума и вибрации 3. Недостаточная освещённость рабочей зоны 4. Опасность поражения электрическим током 5. Движущиеся машины и механизмы

	6. Термическая опасность Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Соколов В. О.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

Уровень образования высшее

Период выполнения весенний семестр 2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзор литературы	10
28.02.2020	2. Описание конструкции	10
15.03.2020	3. Разработка технологии сборки и сварки 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов	10
30.03.2020	3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования	10
05.04.2020	3.5. Методы борьбы со сварочными деформациями	10
20.04.2020	3.6. План раскроя заготовок	10
05.05.2020	3.7. Сборочные операции	10
15.05.2020	3.8. Сварочные операции	10
25.05.2020	3.9. Комплект технологической документации	10
01.06.2020	4. Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселёв А.С.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 118 с., 2 рис., 26 табл., 22 источников, 2 прил.

Ключевые слова: дуговая сварка алюминиевых сплавов, оксидная плёнка, аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, аргонодуговая сварка плавящимся электродом, катодное распыление.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава АМгб.

В процессе исследования проводился анализ повышения эффективности и сравнение способов сварки, ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и механизированной сварки плавящимся электродом в среде аргона.

В результате работы были рассчитаны параметры режима и выбран наиболее производительный способ сварки сплава АМгб.

Область применения – данная ёмкость может применяться для хранения и транспортировки технологических жидкостей.

Экономическая эффективность: сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Оксидная плёнка — когда только что изготовленная поверхность алюминия входит в контакт с атмосферой она моментально покрывается тонкой оксидной плёнкой, которая имеет свойство восстанавливаться после повреждения.

Обечайка — открытый цилиндрический или конический элемент конструкции (типа обода или барабана, кольца, короткой трубы), используемый в изготовлении сварных или деревянных сосудов, резонаторов музыкальных инструментов, стенки люков и т. д.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия;
2. ОСТ 26-01-1183-82 Сосуды и аппараты алюминиевые. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3);
3. ГОСТ 10157-79. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия;
4. ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением N 1);
5. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданиях и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»;
6. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация»;
7. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования»;

8. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (с изменениями на 15 марта 2010 года);
10. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
11. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
12. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»;
13. СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ;
14. ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)»;
15. ГОСТ 12.1.035–81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений»;
16. СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)»;
17. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
18. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12. 2014);
19. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681;
20. ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности (с Изменением N 1)»;

21. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

22. ГН 2.2.5.2308-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

23. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- $I_{св}$ – величина сварочного тока;
- U_d – напряжение на дуге;
- $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки (электрода);
- $v_{св}$ – скорость сварки;
- H – глубина провара стыкового шва;
- e – ширина стыкового шва;
- g – высота валика стыкового шва;

Оглавление

Реферат	12
Введение	19
1 Обзор литературы	21
1.1 Описание сварной конструкции	21
1.2 Основной материал конструкции и его свариваемость	22
2 Обоснование выбора способа сварки, режимов, сварочных материалов и оборудования	27
2.1 Обоснование выбора способа сварки.....	27
2.1.1 Сварка в защитном газе неплавящимся электродом. Её достоинства и недостатки.....	27
2.1.2 Сущность способа сварки в защитном газе плавящимся электродом .	29
2.1.3 Механизированная сварка в защитных газах плавящимся электродом	30
2.2 Обоснование выбора сварочных материалов.....	33
2.2.1 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	33
2.2.2 Выбор материалов для механизированной сварки в защитных газах плавящимся электродом.....	34
2.3.1 Выбор параметров для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	36
2.3.2 Расчет параметров режима для механизированной сварки в среде аргона плавящимся электродом	40
2.4 Обоснование выбора сварочного оборудования	44
2.5.1 Расчет для шва, полученного сваркой неплавящимся вольфрамовым электродом	47
2.5.2 Расчет для шва, полученного сваркой плавящимся электродом в среде аргона	48
2.6.1 Расход сварочных материалов при сварке неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона	50
2.6.2 Расход сварочных материалов при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде аргона	50
2.7 Технология сборки и сварки сплава АМгб	51

2.7.1	Технология сборки и сварки цистерны объёмом 5 м ³	53
2.8	Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними	54
2.9	Дефекты сварки и методы их контроля	55
2.10	Выводы	57
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	58
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	58
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	58
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	59
4.1.3	SWOT – анализ.....	60
4.2	Планирование научно-исследовательских работ	61
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	61
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	62
4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	63
4.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	67
4.3.1	Расчет материальных затрат НТИ	67
4.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	68
4.3.3	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	69
4.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	71
4.3.5	Накладные расходы	71
4.3.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	72
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	73
4.5	Выводы по разделу	75
5	Социальная ответственность.....	77
5.1	Введение.....	77
5.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
5.3	Производственная безопасность	80
5.4	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	81
5.5	Поражение электрическим током.....	84

5.6 Экологическая безопасность.....	86
5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	87
5.8 Выводы по разделу	88
Заключение	90
Список использованных источников	92
Приложение А	94
Приложение Б	117

Введение

Спектр применения сварных алюминиевых конструкций довольно велик: судостроение, железнодорожный транспорт, военно-промышленный комплекс, мостовое строительство, автопром.

В настоящее время в России остро ощущается нехватка современных центров компетенций по обработке материалов для нужд автомобилестроения, авиации, судостроения и других отраслей промышленности, в том числе, в части сварки алюминиевых полуфабрикатов.

В значительной степени это связано с недостаточным уровнем производства и качества сварочных материалов из алюминиевых сплавов, устаревшей нормативно-правовой базой, недостаточной информированностью специалистов предприятий о современном оборудовании и материалах для сварки, слабым качеством подготовки сварщиков и недостатком преемственности лучших практик.

В настоящее время существует большое количество предприятий, которые занимаются производством алюминиевых цистерн в России и можно заметить, что их производят объёмом 18 м³ и выше. А в процессе их изготовления применяют инновационную для России технологию сварки трением с перемешиванием. На текущий момент данный вид сварки отличается высокой производительностью, но требует значительных капиталовложений.

Проблема заключается в том, в настоящее время в России практически отсутствует производство алюминиевых цистерн небольших объемов.

В связи с этим возникает необходимость разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава: выбора способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки и назначения последовательности и содержания сборочно-сварочных операций.

Поэтому целью данной работы является разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава.

Предмет работы – дуговая сварка стыковых соединений листов из сплава АМгб толщиной 8 мм. Разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надежных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать предлагаемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты параметров режима сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки ёмкости;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта.

1 Обзор литературы

1.1 Описание сварной конструкции

Конструкция представляет собой ёмкость для хранения и транспортировки технологических жидкостей. Цистерна (от лат. *cistema* – водоём, водохранилище), искусственное закрытое сооружение либо ёмкость для хранения или транспортировки жидкостей, сжиженных газов, сыпучих тел.

Изделие «Цистерна» изготавливают из деформируемого алюминиевого сплава АМгб [1].

Алюминиево-магниевые сплавы характеризуются высоким уровнем сохранения физических свойств во время эксплуатации, усталостной прочностью. Полуфабрикаты и готовые изделия из алюминиевых деформируемых сплавов, легируемых магнием, отличаются хорошей свариваемостью, монтажеспособностью, химической устойчивостью. В систему Al-Mg вводят до 6% магния. Чем выше концентрация, тем лучше прочностные показатели [2].

Цистерны из алюминиевых сплавов применяют в пищевой, газонефтяной, химической промышленности.

Цистерна состоит из одной обечайки, двух полусфер (донышек).

Полусферы – изделия выдавливаются из сварной круглой заготовки на прессе в специальной оснастке. Обечайки вальцуют и сваривают на участке сварки.

Толщина всех свариваемых деталей – 8 мм.

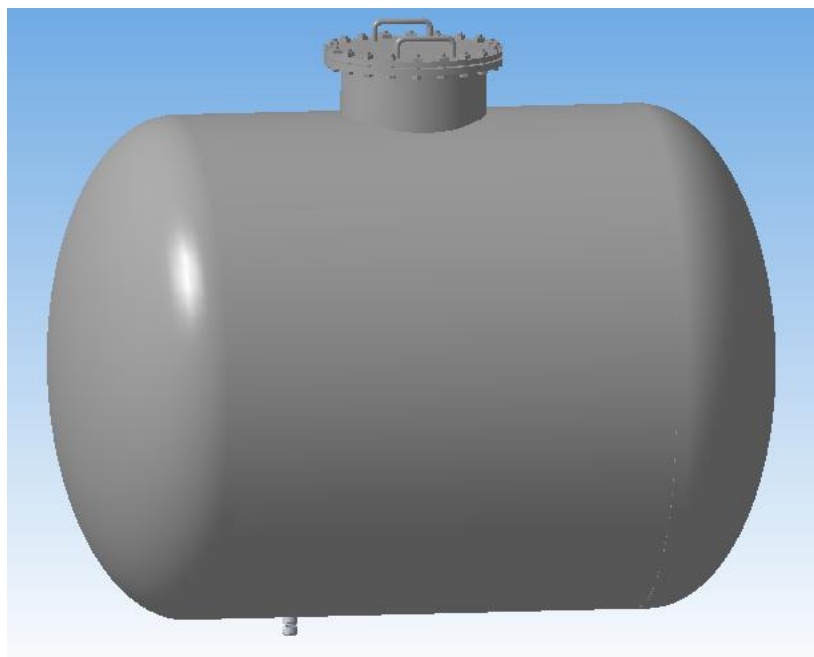


Рисунок 1 – Ёмкость объёмом 5м³ из алюминиевого сплава

1.2 Основной материал конструкции и его свариваемость

Сплав АМг6 – деформируемый алюминиевый сплав системы Al-Mg-Mn – сочетает удовлетворительную прочность с хорошей пластичностью, коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью. Это определяет широкое применение сплава АМг6 в судостроении, строительстве, ракетостроении и авиации. Обычное значение удлинения сплава АМг6 до разрыва не превышает 15–20% при комнатной температуре и составляет 50– 60% при температурах 200–300 °С [3].

Таблица 1 – Химический состав сплава АМг6 [4]

	Массовая доля элементов , %						
Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
91.1-93.68	0.4	0.4	0.1	0.5-0.8	5.8-6.8	0.2	0.02-0.1

Таблица 2 – Механические свойства сплава АМг6 [4]

σ_B МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ %	HB 10 ⁻¹ МПа	ρ кг/м ³
315	155	15	65	2650

Помимо всех вышеперечисленных элементов, состав АМгб иногда легируют хромом и ванадием. По своему назначению они близки к титану и повышают технологические свойства АМгб [3].

Наличие оксидной пленки на поверхности сплава затрудняет процесс сварки. Обладая высокой температурой плавления (2050°C), оксидная пленка не расплавляется в процессе сварки и, покрывая металл прочной оболочкой, затрудняет образование общей сварочной ванны. Поэтому перед сваркой требуется тщательная подготовка поверхности по удалению старой оксидной пленки [4].

Технологический процесс сварки сплава АМгб состоит из следующих этапов:

1. подготовка изделия под сварку;
2. предварительный подогрев деталей;
3. сварка;
4. последующее охлаждение;
5. контроль.

Повышенная склонность алюминиевых сплавов к порообразованию является одним из главных затруднений на пути получения сварных соединений высокого качества. Основной причиной пористости в алюминиевых сплавах является присутствие в них водорода. Кроме водорода, в сварочную ванну возможно попадание азота и кислорода. Азот практически не растворяется в алюминии, а дает нитрид алюминия, переходящий в шлак, и поэтому не оказывает существенного влияния на образование пористости. При сварке в защитных газах кислород в сварочную ванну обычно попадает в небольших количествах, так как содержание его в защитных газах строго ограничено. Кислород, попадающий в ванну, соединяется с алюминием в окисел Al_2O_3 и, очевидно, также не влияет на появление пористости в металле шва.

Образование пористости зависит от чистоты исходного металла, качества подготовки под сварку поверхности свариваемого и присадочного

материалов, чистоты защитных газов, состава защитной атмосферы, качества травления и полноты удаления продуктов травления, способа сварки, параметров сварки, вида переноса капель металла и других факторов. Основным источником насыщения металла шва атомарным водородом является влага, адсорбированная окисной пленкой на поверхности сварочной проволоки и свариваемых кромок. Избыток газообразного водорода в металле объясняется повышением растворимости газов, особенно водорода, в жидком алюминии и скачкообразным уменьшением растворимости его в кристаллизующемся металле [3].

По мере остывания сварочной ванны из-за резкого падения растворимости атомарный водород стремится выделиться, но, встречаясь и объединяясь с другими атомами водорода, с центрами кристаллизации и загрязнениями в металле, рекомбинирует в молекулы и образует газовые пузыри. Эти пузыри всплывают, пока позволяет вязкость окружающего металла. Не успевшие всплыть газовые пузыри после кристаллизации металла остаются в нем в виде неплотностей, как правило, сферической формы – газовой пористости.

Кроме газовой пористости, имеющей сферическую форму, различают усадочную пористость, не имеющую определенной формы и располагающуюся по границам зерен [3].

По уменьшению пористости сварных соединений разработано много рекомендаций, которые можно разделить на две группы:

1. организационно-технические и технологические;
2. металлургические.

Ниже приведены основные организационно-технические и технологические рекомендации по уменьшению пористости.

1. Поверхностная окисная пленка на присадочной проволоке и основном металле гигроскопичная, поэтому для уменьшения пористости следует тщательно удалять её перед сваркой.

2. Одной из причин возникновения пористости является нарушение газовой защиты шва при сварке. Образование турбулентных потоков газа приводит к перемешиванию воздуха с расплавленным металлом и, как следствие, к повышенному его загрязнению. Установлено, что характер потока защитного газа (ламинарность или турбулентность) зависит от расхода газа, скорости истечения, диаметра сопла, вылета вольфрамового электрода, расстояния сопла до изделия и типа сварного соединения [4]. Оптимальные значения этих параметров определяют экспериментально.

3. На увеличение пористости оказывают влияние остатки на поверхности свариваемых и присадочных материалов продуктов травления NaOH [5], поэтому необходимо обеспечить тщательную промывку деталей и проволоки после травления.

4. Для уменьшения пористости необходимо повышать чистоту присадочной проволоки. При этом следует стремиться к относительному уменьшению площади поверхности присадочной проволоки, т.е. применять присадочную проволоку, возможно, большего диаметра.

5. Объем пористости в сварных швах алюминиевых сплавов возрастает при увеличении выдержки свариваемых кромок и присадочной проволоки после их обработки до момента сварки. Поэтому необходимо предельно сокращать эту выдержку. Проводятся работы по увеличению допустимого времени от подготовки деталей к сварке до сварки.

6. Одним из способов уменьшения пористости является правильный выбор защитных газов. Например, при применении в качестве защитной среды смеси Ar + He (65 – 75 % He по объему) пористость уменьшается [5]. При этом большое значение имеет чистота защитных газов.

Металлургические рекомендации основаны на том, что уменьшение пористости возможно либо за счет ограничения протекания реакции взаимодействия жидкого металла с влагой путем увеличения скорости кристаллизации сварочной ванны, либо, наоборот, за счет создания условий для

полного протекания реакции удаления водорода путем увеличения продолжительности существования жидкой ванны.

Плотность АМг6 равняется 2650 кг/м^3 , что делает выгодным ее применение в металлоконструкциях, к которым предъявляются строгие требования по массе.

Сплав марки АМг6 не вступает в химическую реакцию с атмосферными газами и большинством слабо концентрированных кислот и щелочей. Однако это все становится возможным только при проведении отжига с низкой скоростью охлаждения. Но помимо достоинств, существует и ряд минусов у сплава АМг6. Наиболее значимыми являются: низкий предел текучести, для нивелирования этого недостатка используют дополнительное легирование цинком до 0.8 % или же проводят нагортовку поверхности металла. Так же одним из минусов является неспособность упрочняться при проведении термической обработки. Алюминиевые сплавы с содержанием магния ниже 8% не поддаются термическому упрочнению [6].

2 Обоснование выбора способа сварки, режимов, сварочных материалов и оборудования

2.1 Обоснование выбора способа сварки

В данной выпускной квалификационной работе предлагается сравнить два способа сварки и впоследствии заменить на наиболее производительный способ, рассмотрим механизированную дуговую сварку плавящимся электродом и ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом. Проведем сравнение параметров этих видов сварки.

2.1.1 Сварка в защитном газе неплавящимся электродом. Её достоинства и недостатки

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять вручную, полуавтоматически или автоматически в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей до десятков миллиметров. По сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

- а) Высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- б) Возможность сварки в различных пространственных положениях;
- в) Возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- г) Отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; высокая производительность и легкость механизации и автоматизации.

К недостаткам способа по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги [1].

2.1.1.1 Особенности сварки неплавящимся вольфрамовым электродом

Сварку вольфрамовым электродом производят в аргоне по ГОСТ 10157—79 и гелии или их смесях и применяют обычно для материала толщиной до 5—9 мм. В зависимости от толщины и конструкции сварного соединения сварку вольфрамовым электродом производят с присадочным материалом или без него. Процесс осуществляют вручную с использованием специальных горелок или автоматически на постоянном токе прямой полярности. Исключение составляют стали и сплавы с повышенным содержанием алюминия, когда для разрушения поверхностной пленки окислов, богатой алюминием, следует использовать переменный ток [1].

Сварку можно выполнять непрерывно горячей или импульсной дугой. Импульсная дуга уменьшает протяженность околошовной зоны и коробление свариваемых кромок, а также обеспечивает хорошее формирование шва на материале малой толщины. Особенности кристаллизации металлов сварочной ванны при этом способе сварки способствуют дезориентации структуры, что уменьшает вероятность образования горячих трещин, однако может способствовать образованию околошовных надрывов. Для улучшения защиты и формирования корня шва используют поддув газа, а при сварке корневых швов на металле повышенных толщин применяют и специальные расплавляемые вставки. При сварке вольфрамовым электродом в инертных газах погруженной дугой увеличение доли тепла, идущей на расплавление основного металла, позволяет без разделки кромок, за один проход сваривать металл повышенной толщины. Однако околошовная зона расширяется, и возникает опасность перегрева металла [1].

При применении вольфрамового электрода в качестве защитных используют инертные газы или их смеси и постоянный или переменный ток. Лучшие результаты при сварке большинства металлов дает применение электродов не из чистого вольфрама, а иттрированных или лантанированных.

Добавка в вольфрам при изготовлении электродов 1,5 ... 2 % оксидов иттрия и лантана повышает их стойкость и допускает применение повышенных на 15 % сварочных токов.

Технологические свойства дуги в значительной мере определяются родом и полярностью сварочного тока. При прямой полярности на изделии выделяется до 70 % теплоты дуги, что обеспечивает глубокое проплавление основного металла. При обратной полярности напряжение дуги выше, чем при прямой полярности. На аноде - электроде выделяется большое количество энергии, что приводит к значительному его разогреву и возможному оплавлению рабочего конца. Ввиду этого допустимые значения сварочного тока понижены. Дугу постоянного тока обратной полярности с вольфрамовым электродом в практике используют ограниченно [1].

2.1.2 Сущность способа сварки в защитном газе плавящимся электродом

При сварке в зону дуги через сопло непрерывно подается защитный газ. Теплотой дуги расплавляется основной металл и, если сварку выполняют плавящимся электродом, расплавляется и электродная проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует шов. При сварке неплавящимся электродом электрод не расплавляется, а его расход вызван испарением металла или частичным оплавлением при повышенном сварочном токе.

Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла или дополнительно вводимого присадочного металла. В качестве защитных газов применяют инертные (аргон и гелий) и активные (углекислый газ, водород, кислород и азот) газы, а также их смеси. По отношению к электроду защитный газ можно подавать центрально или сбоку.[1].

Сбоку газ подают при больших скоростях сварки плавящимся электродом, когда при центральной защите надежность защиты нарушается из-

за обдувания газа неподвижным воздухом. Сквозняки или ветер при сварке, сдувая струю защитного газа, могут резко ухудшить качество сварного шва.

Для сварки тугоплавких и активных металлов, часто выполняемой вольфрамовым электродом, для улучшения защиты нагретого и расплавленного металлов от возможного подсоса в зону сварки воздуха используют специальные камеры (сварка в контролируемой атмосфере). Детали помещают в специальные камеры, откачивают воздух до создания вакуума (до 10^{-4} мм рт. ст.) и заполняют инертным газом высокой чистоты. Сварку выполняют вручную или автоматически с дистанционным управлением. Для сварки в контролируемой атмосфере крупногабаритных изделий находят применение обитаемые камеры объемом до 450 м³. Сварщик находится внутри камеры в специальном скафандре с индивидуальной системой дыхания. Инертный газ, заполняющий камеру, регулярно очищается и частично заменяется. Для доступа сварщика в камеру и подачи необходимых материалов имеется система шлюзов. При крупногабаритных изделиях используют переносные мягкие камеры, устанавливаемые на поверхности изделия. После их продувки и заполнения защитным газом сварку выполняют вручную или механизировано. Для этих же целей используют подвижные камеры, представляющие собой дополнительную насадку на уширенное газовое сопло горелки. Сварка в этом случае обычно выполняется автоматически [1].

2.1.3 Механизированная сварка в защитных газах плавящимся электродом

При механизированной сварке плавящимся электродом в среде защитных газов шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления электродной проволоки. Размеры и форма шва зависят при этом не только от мощности дуги, но также и от процесса плавления проволоки.

Поток газов, паров и капель металла в столбе дуги оказывает давление на поверхность сварочной ванны, в результате чего столб дуги погружается в основной металл, увеличивая глубину проплавления.

Интенсивность механического воздействия дуги на сварочную ванну характеризуется её давлением, которое будет тем больше, чем концентрированнее поток газа и металла. Концентрация потока металла увеличивается с уменьшением диаметра капель [1].

Размер капель электродного металла определяется составом металла и защитного газа, а также направлением и величиной тока. При сварке стали и некоторых сплавов током, превышающим некоторый критический, капельный перенос металла сменяется струйным. В этом случае сжимающее действие тока становится настолько большим, что расплавленный металл на конце электрода стекает в дуговой промежуток в виде конической струи.

Механизированная сварка плавящимся электродом может выполняться под слоем флюса, в защитных газах и самозащитной порошковой проволокой. Механизированной сваркой в защитных газах сваривают соединения, имеющие стыковые и угловые швы. Сварка выполняется шланговыми полуавтоматами с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Применяемые источники питания дуги имеют жесткую вольтамперную характеристику.

Для улучшения формирования шва электроду сообщают колебательные движения. При сварке снизу вверх получается глубокий провар корня шва и отсутствуют несплавления по его краям.

Достоинства способа:

- повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);
- отсутствуют потери на огарки и затраты времени на смену электродом;
- надежная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- отсутствие шлаковой корки;

- возможность сварки во всех пространственных положениях.

Недостатки способа:

- большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание;
- мощное излучение дуги;
- ограничение по сварочному току;
- сварка возможна только на постоянном токе.

В процессе сварки электродная проволока, электрическая дуга и ванна расплавленного металла должны быть защищены от окружающей атмосферы струей аргона, поступающей из сопла сварочной горелки. Подачу аргона в зону сварочной дуги следует производить за 3 – 5 секунды до возбуждения дуги, а прекращать через 5 – 7 секунд после окончания сварки или обрыва дуги. При сварке плавящимся электродом ось сварочной горелки должна находиться в одной вертикальной плоскости с линией стыка свариваемых кромок. Сварку плавящимся электродом следует осуществлять «углом вперед» с наклоном сварочной горелки к изделию в $75 - 80^{\circ}$. В процессе сварки нельзя допускать коротких замыканий электродной проволоки на поверхность ванны расплавленного металла или свариваемого элемента, так как при этом жидкий металл выплескивается и в шве образуются поры. В таких случаях сварку следует прекратить, поверхность металла зачистить и дефектный участок вырубить. Конец электродной проволоки нужно отрезать (отделить кусачками); последнее следует делать перед каждым зажиганием дуги. Должны быть обеспечены хорошие контакты между мундштуком и электродной проволокой и исключены условия, вызывающие внезапное торможение электродной проволоки, например сгибы проволоки, загрязнения её поверхности или мундштука [1].

2.2 Обоснование выбора сварочных материалов

Выбор сварочных материалов производится для сплава АМг6. Выберем для каждого вида сварки сварочные материалы, обеспечивающие требуемые свойства.

2.2.1 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Поверхность алюминиевых сплавов обычно покрыта тонкой, но плотной пленкой окисла Al_2O_3 , обладающей высокой температурой плавления и большим удельным весом. Эта пленка затрудняет зажигание и поддержание дуги при сварке, а также препятствует сплавлению кромок основного металла с присадочным. Перед аргонодуговой сваркой эта пленка должна быть удалена с поверхности свариваемых кромок алюминиевых сплавов.

Сварку вольфрамовым электродом для сплава АМг6 следует выполнять переменным током. Для наших конструкций применяется вольфрамовый электрод марки WL-15 по ГОСТ 23949-80 [6].

Для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом используется вольфрам различных марок: WP, WC-20, WL-15, WT-20, WZ-8, WY-20. В нашем случае более целесообразно будет использовать: вольфрамовый электрод марки WL-15 содержит 1.4 – 1.6% окиси лантана. За счет присадки окиси лантана значительно уменьшается загрязнение сварного шва, а также отличается простой эксплуатацией и надежностью.

Выбор присадочной проволоки производится как по металлургическим, так и по технологическим свойствам. Согласно рекомендациям [7] применим проволоку AlMg6Zr по ГОСТ 7871-75, следующего химического состава (таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав сварочной проволоки AlMg 6Zr [6]

Al	Массовая доля элементов, %						
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
91.1-93.68	0.4	0.4	0.1	0.5-0.8	5.8-6.8	0.2	0.02-0.1

Для сварки алюминиевых сплавов рекомендуется использовать аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-79, для борьбы с трещинами следует применять материалы повышенной чистоты. Состав газа указан в таблице 4.

В сварочном производстве используется аргон, поставляемый в газообразном состоянии. Газообразный аргон отпускают, хранят и транспортируют в стальных баллонах (по ГОСТ 949-73), или автоцистернах под давлением $15 \pm 0,5$ или $20 \pm 1,0$ МПа при 293 °К. При поставке аргона в баллонах вместимостью 40 дм³ объём газа составляет 6,2 м³ (давление 15 МПа, температура 293 °К).

Таблица 4 – Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157 - 79[7]

Ar, % не менее	O ₂ , %, не менее	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99.992	0.0007	0.006	0.0005	0.01	215

2.2.2 Выбор материалов для механизированной сварки в защитных газах плавящимся электродом

Чистота инертного газа при сварке данного сплава является основным условием качественной сварки. Примеси, допустимые в известных пределах при сварке других сплавов, совершенно недопустимы при сварке сплава АМгб. Влияние чистоты газа при сварке сплава АМгб характеризуется следующими данными. В качестве примесей в аргоне при сварке алюминиевых сплавов допускается иметь не более 0,05% O₂ и не более 0,3% N₂. Не допускается влага.

Следы влаги делают сварку невозможной, дуга беспокойна, происходит разбрызгивание, и расплавленная ванна покрывается черным налетом. Влияние некоторых из указанных примесей в защитном газе выражается в следующем. При сварке в среде аргона, имеющего незначительное содержания кислорода, дуга устойчива и горит спокойно, а кромки сплавляются хорошо.

При повышении содержания кислорода сначала сварка протекает спокойно, затем сварочная ванна загрязняется, слышится характерное потрескивание и, наконец, происходит выплеск; некоторое время дуга снова горит спокойно, а затем описанное выше явление повторяется. Швы, выполненные с использованием такого аргона в местах, где происходили выплески, имеют негладкую, загрязненную поверхность. Иногда с самого начала сварки дуга горит с потрескиванием, кромки плохо сплавляются и сварка протекает медленно.

Швы, полученные при этом имеют неровную, шероховатую поверхность, частные подрезы неровности по краям покрыты черным налетом в виде копти. При рассмотрении шва с обратной стороны создается впечатление, что металл при сварке получается густым, тугоплавким и тянется вслед перемещающейся ванне. В других случаях образуется непровар и обнаруживается несплавление кромок. При сварке в среде аргона с повышенным содержанием азота, например в количестве более 0,5%, процесс протекает беспокойно, поверхность шва становится шероховатой и загрязненной. Вследствие вышесказанного в качестве защитного газа используем аргон высшего сорта, химический состав которого и его основные характеристики приведены в таблице 4

Согласно рекомендациям [7], для сварки алюминиевых сплавов применим проволоку СвАМг6 по ГОСТ 7871-75, диаметром 1.6 мм.

Таблица 5 – Химический состав сварочной проволоки СвАМг6, %[7]

Al	Si	Mn	Ti	Fe	Cu	Be	Mg	Zn	Примесей
91.1- 93.6	до 0.40	0.5- 0.8	0.1- 0.2	до 0.4	до 0.1	0.002- 0.005	5.8- 6.8	до 0.2	прочие, каждая 0.1; всего 1.2

2.3 Расчёт параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Расчет режимов сварки следует начать с определения геометрических размеров шва. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине. Рассчитаем основные типы соединений, используемых в данном изделии.

2.3.1 Выбор параметров для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

К основным параметрам сварки неплавящимся электродом соединений алюминиевых элементов относятся: сварочный ток $I_{св}$, диаметр электрода d_e , скорость сварки $V_{св}$ и расход аргона Q . На условия сварки также влияет форма и внутренний диаметр сопла d_c горелки и расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента h_c .

Наиболее важным параметром режима является сварочный ток. При токе больше максимально допустимого на электроде образуются чрезмерно большие шарики расплавленного вольфрама, которые вибрируют и иногда отрываются; в этих случаях в сварных швах образуются нежелательные

включения вольфрама. В пределах допустимых величин тока, чем выше ток, тем устойчивее горение дуги.

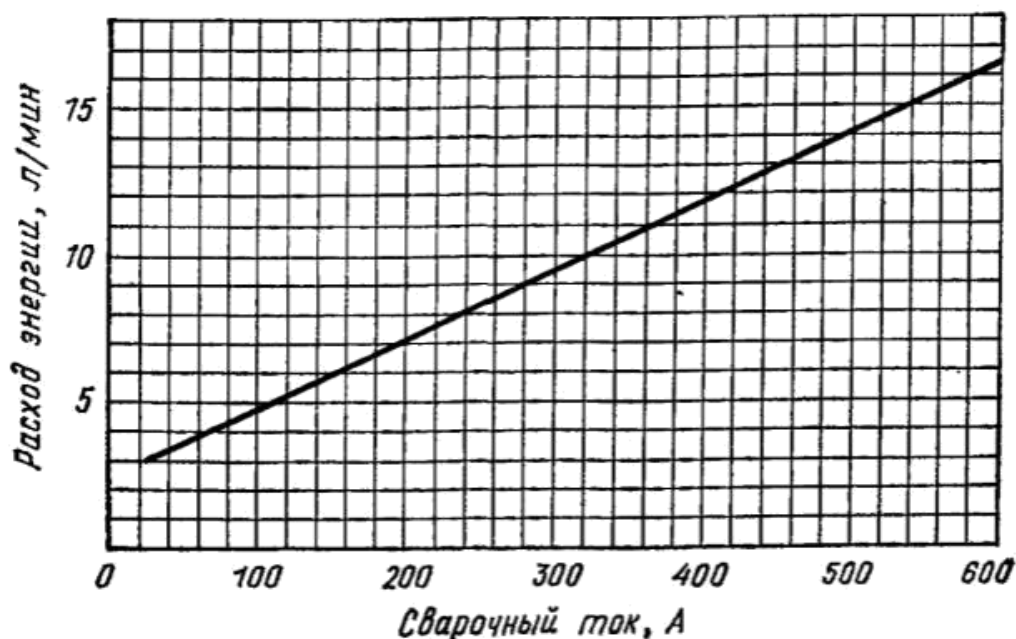


Рисунок 2 – Зависимость расхода аргона от величины сварочного тока [1]

Для наиболее эффективной газовой защиты должны быть выполнены следующие требования:

Сопло должно заканчиваться цилиндрической частью, длина которой должна быть равна диаметру выходного отверстия сопла;

Внутри сопла должны быть отражательные или выходные каналы; Внутренние кромки сопла не должны иметь закруглений. Для обычно применяемых режимов сварки диаметр выходного отверстия сопла должен составлять 12 – 18 мм.

Попытка использовать для целей ручной аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов постоянный ток прямой полярности приводит к следующему: дуга с трудом зажигается, её трудно поддерживать, происходит усиленное разбрызгивание расплавленного металла, присадочный пруток быстро оплавляється, не сплавляясь с основным металлом. Основной металл при этом окисляется, в шве образуются прожоги, а вблизи шва появляется черный налет. Причины указанного явления следует искать в подавлении процессов катодного распыления, обуславливающих удаление с поверхности алюминия окисной пленки.

При питании дуги постоянным током обратной полярности происходит разрушение пленки и хорошее сплавление расплавленных кромок металла. Но, как уже указывалось выше, при сварке на постоянном токе обратной полярности сила тока и мощность дуги органичны небольшой допустимой плотностью тока на вольфрамовом электроде.

Наиболее целесообразно для аргонодуговой сварки сплава АМгб применять переменный ток. Однако ввиду вентильного действия дуги, горящей между вольфрамом и алюминием, стандартные источники питания дуги переменным током не всегда обеспечивают качественную сварку. Поэтому необходимы специальные меры, направленные на устранение вентильного действия дуги. Так как для расчёта режимов сварки неплавящимся вольфрамовым электродом не существует определённой методики, при их выборе воспользуемся рекомендациями [8].

Таблица 6 - Ориентировочные режимы однопроводной сварки вольфрамовым электродом [12]

Толщина металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Скорость сварки, м/ч	Аргон	
				Сварочный ток, А	Расход газа, л/мин
8	5	3 – 4	5–8	330 – 460	6–10

С целью обеспечения эффективной газовой защиты для каждого режима сварки устанавливают оптимальный расход газа. Надежность защиты в процессе сварки определяется также диаметром и формой сопла горелки, расстоянием сопла от поверхности свариваемого изделия и другими факторами (например, отсутствием сквозняка на участке сварки).

Рекомендуются следующие диаметры сопла горелки в зависимости от диаметра электрода [9]:

Таблица 7 - Выбор диаметра сопла горелки [9]

Диаметр вольфрамового электрода, мм	4	6	8
Диаметр выходного отверстия сопла, мм	12 – 16	16 – 22	20 – 28

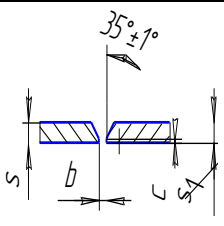
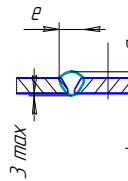
При выполнении швов на алюминии вручную неплавящимся электродом особые требования предъявляются в технике сварки. Угол между присадочной проволокой и электродом должен составлять около 90^0 . Присадка подается короткими возвратно-поступательными движениями. Недопустимы поперечные колебания вольфрамового электрода. Длина дуги обычно не превышает 1.5 – 2.5 мм, а расстояние от выступающего конца вольфрамового электрода до нижнего среза наконечника горелки при стыковых соединениях – 1 – 1.5 мм, в нашем случае при стыковом – 4 – 8 мм.

Для уменьшения опасности окисления размеры сварочной ванны должны быть минимальными. Сварку металла толщиной до 10 мм обычно ведут «левым» способом (справа налево), который позволяет снизить перегрев свариваемого металла. Скорость сварки должна соответствовать электрическому режиму и расходу инертного газа. Чрезмерный расход газа приводит к его турбулентному истечению и засасыванию в зону дуги воздуха, т.е. к нарушению газовой защиты. При малом истечении газа и чрезмерно большой скорости сварки защита зоны сварки будет недостаточной. Давление аргона в зависимости от расхода устанавливается в пределах 0.01 – 0.05 МПа. Подачу аргона включают за 3 – 5 с до возбуждения дуги, а выключают через 5 – 7 с после обрыва с помощью электромагнитного клапана, который устанавливается в цепи аппаратуры управления.

2.3.2 Расчет параметров режима для механизированной сварки в среде аргона плавящимся электродом

При сварке в аргоне плавящимся электродом, в соответствии с ГОСТ 14806-80, установлены следующие размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые представлены в таблице 8.

Таблица 8 – ГОСТ 14806-80 - Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S=S ₁	b		c	e		g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	пред. откл.		Номин.	пред. откл.	Номин.	пред. откл.
C17			6.0 – 8.0	0	+1	2	14	±2	2	±1

Рассчитаем основные параметры сварки

Так как шов стыкового соединения с разделкой кромок выполняют за несколько проходов, то первоначально определяют режим сварки первым проходом.

Установим требуемую глубину провара равную [14, с. 22]:

$$H = (0.7 - 0.8) \cdot S \text{ мм} \quad (1)$$

Подставив значения в формулу (1), определим глубину провара:

$$H = 0.7 \cdot 8 = 5.6 \text{ мм}$$

Определим величину сварочного тока I_{CB} , обеспечивающего заданную глубину провара:

$$I_{CB} = \frac{H}{k_h} \cdot 100 \quad (2)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки согласно [14, табл.2.1], $k_h = 1.75$

Следовательно, величина сварочного тока:

$$I_{CB} = \frac{5.6}{1.75} \cdot 100 = 320 \text{ А}$$

Определяем диаметр электродной проволоки по формуле

$$d_{эл} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{CB}}{j}} \quad (3)$$

где j – допустимая плотность тока в электроде (А/мм^2), которую уменьшают для обеспечения благоприятной формы провара и снижения вероятности образования кристаллизационных трещин (берут значения, близкие к минимальному пределу допустимых плотностей тока согласно [14, табл.2,2]. Примем $j = 160$.

Подставив значения в формулу (3), найдём диаметр электродной проволоки:

$$d_{эл} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{320}{160}} = 1.6 \text{ мм}$$

Определим напряжение на дуге:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_{эл}^{0.5}} \cdot I_{CB} \pm 1 \quad (4)$$

Подставив значения в формулу (4), получим:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1.6^{0.5}} \cdot 320 \pm 1 = 33 \pm 1 \text{ В}$$

Определим скорость сварки по формуле:

$$v_{CB} = \frac{A}{I_{CB}} \quad (5)$$

где значение A принимают в зависимости от d_3 согласно [14, табл.2,3];

При $d_3 = 1,6 \text{ мм}$, принимаем $A = 6000 \text{ А} \cdot \text{м/ч}$

Подставив значения в формулу (5), получаем:

$$v_{CB} = \frac{6000}{320} = 18.75 \approx 19 \text{ м/ч}$$

При этом необходимо иметь ввиду, что при механизированной сварке, без применения особых технологических приёмов скорость сварки должна находиться в пределах 15 – 60 м/ч, а расчётное значение должно быть округлено до ближайшего целого числа. [14, с. 16]

Рассчитаем погонную энергию q_{II} по формуле:

$$q_{II} = \frac{0.24 \cdot I_{CB} \cdot U_{Д} \cdot \eta_u}{v_{CB}} \quad (6)$$

где $\eta_u=0.7 - 0.8$ при сварке в аргоне плавящимся электродом,
 $v_{CB}=19 \text{ м/ч}=0.53 \text{ см/с}$

Подставив известные значения, получаем:

$$q_{II} = \frac{0.24 \cdot 320 \cdot 33 \cdot 0.75}{0.53} = 3586.4$$

Определяем коэффициент формы провара:

$$\psi_{II} = K^* (19 - 0.01 \cdot I_{CB}) \cdot \frac{d_{эл} \cdot U_{Д}}{I_{CB}} \quad (7)$$

где значение K^* в зависимости от рода и полярности тока определяется согласно таблицы 2.4 [14, с.17], принимаем $K^*=0.89$, тогда подставив все значения найдём коэффициент формы провара:

$$\psi_{II} = 0.89 \cdot (19 - 0.01 \cdot 320) \cdot \frac{1.6 \cdot 33}{320} = 2.32$$

Для механизированной сварки ψ_{II} должен находиться в пределах 0.8 – 4. Расчётный коэффициент формы провара $\psi_{II}=2.32$ соответствует заданным границам.

Рассчитаем требуемую глубину провара H по формуле:

$$H = \frac{S}{2} \quad (8)$$

где $S=8$ – толщина свариваемых листов металла, мм;

$$H = \frac{8}{2} = 4 \text{ мм}$$

Определим ширину шва e :

$$e = \psi_{II} \cdot H = 2.32 \cdot 4 = 9.28 \text{ мм} \quad (9)$$

Задавшись оптимальным значением формы выпуклости, т.е. коэффициентом формы усиления ψ_{ϵ} находят высоту валика:

$$g = \frac{e}{\psi_{\epsilon}} \quad (10)$$

где значения ψ_{ϵ} выбирают в пределах 7–10. Задаёмся $\psi_{\epsilon}=7$;
Следовательно

$$g = \frac{9.28}{7} = 1.33 \text{ мм}$$

При определении площади сечения наплавленного металла можно воспользоваться формулой (11):

$$F_H = 0.73 \cdot e \cdot g = 0.73 \cdot 9.28 \cdot 1.33 = 9 \text{ мм}^2 \quad (11)$$

Принимаем вылет электрода $l = 20$ мм, согласно [14, с.18]

Определим коэффициент расплавления α_p :

$$\alpha_p = \alpha_p^g + \alpha_p^T \quad (12)$$

где α_p^g – составляющая коэффициента расплавления, обусловленная тепловложением дуги, г/А·ч;

α_p^T – составляющая коэффициента расплавления, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/А·ч.

При сварке постоянным током обратной полярности:

$$\alpha_p^g = 11.6 \pm 0.4 \approx 12 \text{ г / А} \cdot \text{ч} \quad (13)$$

Величина составляющей α_p^T может быть рассчитана по уравнению:

$$\alpha_p^T = 3.1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{I_{CB}} \cdot \frac{l}{d_{эл}^2} = 3.1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{320} \cdot \frac{20}{1.6^2} = 0.043 \text{ г / А} \cdot \text{ч} \quad (14)$$

Подставив значения в формулу (10), получим:

$$\alpha_p = 12 + 0.043 = 12.043 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$$

Определим коэффициент наплавки α_H :

$$\alpha_H = \alpha_p (1 - \psi) \quad (15)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (16)$$

$$\psi = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot 160 - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot 160^2 = -4.72 + 28.16 - 11.47 = 11.97 \%$$

Подставив значения в формулу (15), определим коэффициент наплавки α_H :

$$\alpha_H = 12.043 \cdot (1 - 0.1197) = 10.6 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$$

Определим скорость подачи электродной проволоки:

$$v_{п.э.} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{эл}^2 \cdot \gamma} \quad (17)$$

где γ – удельный вес металла, г/м³ (Для АМГ6, $\gamma=2640000$ г/м³).

Следовательно, скорость подачи равна электродной проволоки:

$$v_{п.э.} = \frac{4 \cdot 10.6 \cdot 320}{\pi \cdot 0.0016^2 \cdot 2640000} = 639 \text{ м / ч} = 10.65 \text{ м / мин}$$

С помощью данных режимов получили нужные геометрические параметры шва ГОСТом 14806-80. Но эту сварную конструкцию можно использовать лишь только тогда, когда она пройдет определённые производственные испытания.

2.4 Обоснование выбора сварочного оборудования

В настоящее время имеется огромный выбор различного оборудования и источников питания для аргонодуговой сварки. Источник питания сварочной дуги должен отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока и напряжение дуги;
- иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент

разбрызгивания. Согласно литературным и интернет данным, принимаем инверторную установку аргонодуговой сварки ESAB AristoTig 4000i W T4.

Данная установка предназначена для сварки нержавеющей, легированной, углеродистой стали и цветных металлов в режиме постоянного тока, а в режиме переменного тока – для сварки алюминия и его сплавов.

Отличительные функции аргонодуговой установки:

- поддержка дуги высокочастотной вибрацией;
- постоянный/переменный ток, доступен режим TIG и MMA;
- стабильная дуга, мягкое управление;
- малые габариты и вес, низкий уровень шума.

Основные технические характеристики установки ESAB AristoTig 4000i W T4 приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные характеристики установки для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом ESAB AristoTig 4000i W T4

Напряжение в сети, В	380
Потребляемая мощность, кВА	6,3
Диапазон регулирования сварочного тока, А	4–400
Продолжительность нагрузки (ПН), % при I=250 А	60
Максимальная толщина свариваемой стали, мм	12
КПД, %	81,2
Габаритные размеры, мм	625 × 394 × 776
Масса, кг	84
Охлаждение горелки	водяное
Климатическое исполнение, категория размещения	У3

Как видно из технических требований, данная установка полностью подходит для нашей заданной конструкции, а так же соответствует всем предъявляемым требованиям для проведения качественного процесса сварки.

В комплектацию к принятому оборудованию дополнительно должны входить редуктор – расходомер и баллон с аргоном [13].

Для осуществления механизированной сварки в защитном газе аргон можно использовать полуавтомат с отдельным подающим механизмом EWM TAURUS 351 DW BASIC 090-005149-00502 так как он соответствует всем требованиям предъявляемым для качественной сварки, так же он подходит под назначенные режимы сварки. Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351

Напряжение в сети, В	380
Потребляемая мощность, кВА	13,9
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-350
Продолжительность нагрузки (ПН), % при I=250 А	100
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,5-24
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8-2,4
Габаритные размеры, мм	1100x445x1000
Масса, кг	125
Охлаждение горелки	жидкостное
Климатическое исполнение, категория размещения	У3

2.5 Расчёт химического состава и механических свойств металла

шва

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле [15, С.23]:

$$R_{ш} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_э \pm \Delta R \quad (18)$$

где $R_{ш}$ - содержание рассчитываемого элемента, %;

R_0 - содержание того же элемента в основном металле, %;

$(1 - \gamma_0)$ - доля участия электродного металла в металле шва, %;

$R_э$ - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленном данной маркой электродов, %;

γ_0 - доля участия основного металла в металле шва;

ΔR - переход данного металла из покрытия или газа в шов

2.5.1 Расчет для шва, полученного сваркой неплавящимся вольфрамовым электродом

Определим долю участия основного металла в металле шва по формуле [8, С.23]:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{(F_{np} + F_n)} \quad (19)$$

где $F_n = 9 \text{ мм}^2$ – площадь сечения наплавленного металла;

F_{np} - площадь сечения проплавленного металла, которая приближённо может быть определена по формуле:

$$F_{np} = 0.73 \cdot e \cdot H \quad (20)$$

при этом ширину сварного шва возьмём из таблицы С17 ($e = 9.28 \text{ мм}$), требуемая глубина провара $H = 4 \text{ мм}$, тогда подставив значения в формулу (20), получим:

$$F_{np} = 0.73 \cdot 9.28 \cdot 4 = 27.1 \text{ мм}^2.$$

Следовательно:

$$\gamma_0 = \frac{27.1}{(27.1 + 9)} = 0.75$$

Так как сварка производится той же проволокой, что и неплавящимся электродом, то данные химического состава возьмём [табл.3, С.16].

Определяем химический состав металла шва для сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона:

$$[Al]: R_{ш} = 92 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 92 = 92\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0.4 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.4 = 0.4\%$$

$$[Fe]: R_{ш} = 0.4 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.4 = 0.4\%$$

$$[Cu]: R_{ш} = 0.1 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.1 = 0.1\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 0.6 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.6 = 0.6\%$$

$$[Mg]: R_{ш} = 6 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 6 = 6\%$$

$$[Zn]: R_{ш} = 0.2 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.2 = 0.2\%$$

$$[Ti]: R_{ш} = 0.1 \cdot 0.75 + (1 - 0.75) \cdot 0.1 = 0.1\%$$

Для определения механических характеристик наплавленного металла алюминиевого сплава не существует методик расчёта, и так как химический состав полностью идентичен составу сплава АМг6, воспользуемся данными приведёнными в таблице 2.

2.5.2 Расчет для шва, полученного сваркой плавящимся электродом в среде аргона

Определим долю участия основного металла в металле шва по формуле (19):

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{(F_{np} + F_n)}$$

где F_n - площадь сечения наплавленного металла ($F_n = 9 \text{ мм}^2$);

F_{np} - площадь сечения проплавленного металла, которая с некоторой погрешностью может быть определена по формуле:

$$F_{np} = \frac{\pi \cdot \psi_{np} \cdot H^2}{4} \quad (21)$$

где расчётный коэффициент формы провара $\psi_{np}=2.32$, рассчитана по формуле (7);

требуемая глубина провара $H=4$ мм рассчитана по формуле (8).

Следовательно:
$$F_{np} = \frac{\pi \cdot 2.32 \cdot 4^2}{4} = 29.1 \text{ мм}^2$$

В таком случае:

$$\gamma_0 = \frac{29.1}{(29.1+9)} = 0.76$$

Для того чтобы определить химический состав наплавленного металла необходимо знать химический состав электродного металла, которым будет производиться сварка. Эти данные представлены в таблице 5.

Определяем химический состав металла шва для сварки плавящимся электродом в среде аргона, %:

$$[Al]: R_{ш} = 92 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 92 = 92\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0.4 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.4 = 0.4\%$$

$$[Fe]: R_{ш} = 0.4 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.4 = 0.4\%$$

$$[Cu]: R_{ш} = 0.1 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.1 = 0.1\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 0.6 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.6 = 0.6\%$$

$$[Mg]: R_{ш} = 6 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 6 = 6\%$$

$$[Zn]: R_{ш} = 0.2 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.2 = 0.2\%$$

$$[Ti]: R_{ш} = 0.1 \cdot 0.76 + (1 - 0.76) \cdot 0.1 = 0.1\%$$

Для определения механических характеристик наплавленного металла алюминиевого сплава не существует методик расчёта, поэтому следует воспользоваться данными, полученными опытным путём, и так как химический состав полностью идентичен составу сплава АМгб, воспользуемся данными приведёнными в таблице 2:

2.6 Определение расхода сварочных материалов

2.6.1 Расход сварочных материалов при сварке неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона

Расход аргона, составляет - 6–10 л/мин и выше, скорость сварки - 5–8 м/час, длина шва – 5 метров, следовательно, на образование шва этой длины потребуется времени от 37,5 минут до 1 часа. Тогда расход аргона, будет в диапазоне от 225 до 600 литров аргона. [14]

Расход вольфрамового электрода диаметром 5 мм при сварке в аргоне, для толщины металла 8 мм, согласно [14, С.429, таблица 13] составляет 165 грамма на 100 метров шва.

2.6.2 Расход сварочных материалов при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде аргона

Расход сварочной проволоки можно определить по формуле [17 ,С.35]

$$G_p = \frac{G_n}{(1 - \psi)}, \quad (22)$$

где ψ – коэффициент потерь, под которым понимают отношение количества металла, потерянного в виде брызг и угара, к полному количеству расплавленного электродного металла: $\psi = 0.1197$ по формуле (16);

G_n - масса наплавленного металла, которая определяется по формуле:

$$G_n = F_n \cdot l_{ш} \cdot \gamma, \quad (23)$$

где F_n – площадь наплавленного металла, $F_n = 9 \text{ мм}^2 = 0.09 \text{ см}^2$;

$l_{ш}$ – длина шва; $l_{ш} = 503 \text{ см}$;

γ – плотность металла; $\gamma = 2.64 \text{ г/см}^3$.

Получим:

$$G_n = 0.09 \cdot 503 \cdot 2.64 = 119.51 \text{ г}.$$

$$G_p = \frac{119.51}{(1-0.1197)} = 135.76 \text{ з.}$$

Определим расход газа, требуемого на выполнение шва, по формуле [18,С.233]:

$$G_{\Gamma} = t_{\text{осн}} \cdot g_{\text{н}}, \quad (24)$$

где $t_{\text{осн}}$ – основное время сварки. Его можно определить по формуле [18,С.233]:

$$t_{\text{осн}} = \frac{(3600 \cdot G_{\text{н}})}{(\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}})}, \quad (25)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ - коэффициент наплавки, при сварке плавящимся электродом:

$$\alpha_{\text{н}} = 10.6 \text{ г / А} \cdot \text{ч} - \text{по формуле (15)}$$

Таким образом:
$$t_{\text{осн}} = \frac{(3600 \cdot 119.51)}{(10.6 \cdot 320)} = 126.83 \text{ сек} \approx 2.11 \text{ мин}.$$

$g_{\text{н}}$ – норма расхода газа [16,С.424: $g_{\text{н}} = 10 \text{ л/мин.}$

Таким образом, расход газа, при сварке листов толщиной 8 мм, на шов длиной в 5 метров равен:

$$G_{\Gamma} = 2.11 \cdot 10 = 21.1 \text{ л.}$$

2.7 Технология сборки и сварки сплава АМгб

Перед сборкой изделия необходимо тщательно подготовить поверхность свариваемого материала. Наиболее тщательной зачистке должна подвергаться поверхность сплавов алюминия с магнием, в нашем случае для сплава АМгб. Удаление пленки Al_2O_3 можно выполнять механическим или химическим путем. Первый применяется в индивидуальном производстве. В серийном же и, особенно, в массовом производстве рационально применять химические методы очистки поверхности алюминиевых сплавов.

Механическая зачистка поверхности алюминиевых сплавов заключается в удалении тонкого слоя алюминия при помощи стальной щетки или тонкой наждачной бумаги. Стальная щетка должна изготавливаться из проволоки диаметром не более 0.15 мм. При использовании более толстой проволоки на

поверхности алюминия образуются грубые риски, слой окисной пленки снимается крайне неравномерно, что ведет к плохому качеству сварки [19].

После зачистки поверхности алюминия стальной щеткой из тонкой проволоки получаются удовлетворительные сварные швы. Зачистке металлической щеткой должна предшествовать операция обезжиривания, которая производится при помощи растворителей, например, марки РДВ.

Следует, однако, иметь в виду, что механическая зачистка не обеспечивает равномерного удаления окисной пленки с поверхности алюминиевых сплавов. Измерение контактного сопротивления в различных точках поверхности одного и того же изделия показывает большую разницу в величине контактного сопротивления.

При помощи щетки очень трудно очистить стыкуемые кромки; поэтому так, где это возможно, необходимо производить механическую обработку стыкуемых кромок на станках. Более равномерное удаление окисной пленки с поверхности алюминиевых сплавов достигается химической обработкой. Эффективность данного способа очистки установлена измерением контактного сопротивления, пропорционального толщине окисной пленки с помощью микровольтметра, градуированного в микромах. Для сплава АМгб рекомендуется следующая химическая обработка – обезжиривание в щелочном растворе, с последующим осветлением в 30 – 35%-ном растворе азотной кислоты.

Последовательная подготовка сплава к сварке:

- 1) удаление загрязнений минеральными маслами в растворителе РДВ или бензине Б70 с помощью волосяного ерша или салфетки;
- 2) обезжиривание в течение 5 – 8 минут в растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 – 35 – 50 г, углекислая сода Na_2CO_3 – 35 – 50 г, жидкое стекло Na_2SiO_3 – 30 г, вода – 1000 см³, температура раствора 60 – 70° в течение 1 мин.;
- 3) промывка в теплой воде при температуре 50 – 60°;
- 4) травление в 4 – 5%-ном растворе едкого натра при температуре 60 – 70° в течение 1 мин.;

- 5) промывка в холодной воде;
- 6) осветление в растворе 30 – 35%-ной азотной кислоты;
- 7) промывка в холодной воде;
- 8) промывка в горячей проточной воде (температура 50 - 60⁰);
- 9) сушка в сушильном шкафу при температуре 100 – 110⁰.

Электрод должен быть расположен так, что бы сварочная дуга расплавляла кромки обеих деталей. Сварщик должен выполнять сварное соединение качественно с первого раза, так как любые дефекты полученные в процессе сварки влияют на прочность сварного шва. Соблюдая технологию, все дефекты можно предотвратить и получить надежное, прочное соединение. Плюсом так же будет экономичность, получение конструкций сложной формы и разной толщины. Минусом так же является опасность процесса и деформации.

2.7.1 Технология сборки и сварки цистерны объёмом 5 м³

Цилиндрическую часть цистерны изготавливают из одного листа. Лист с плазменно обработанными кромками устанавливают на роликовом стенде, стыковые швы полотнища собирают на прихватках с постановкой вводных и выходных планок. Сварщик выполняет сварку продольного шва.

По завершении операции производят подготовку обечайки под сборку с днищем: зачищают места прихватки технологических планок.

Устройство работает следующим образом.

Днище помещают на стол при заторможенном кольце относительно станины и относительно направляющих. Включением привода посредством конической передачи и винтов перемещают толкатели днища по направляющим до прикосновения толкателей к наружной поверхности цилиндрической части днища.

При этом наклонные опоры, перемещаясь в направляющих, поднимают стол с помещенным на нем днищем и при помощи пружин упирают днище в

нижние упоры. На упоры торцом помещают обечайку. Растормаживают кольцо относительно направляющих тормозом. Включением привода поворачивают направляющие относительно кольца. При этом шатуны толкают штоки, которые с помощью клиновых блоков поворачивают подпружиненные рычаги вокруг осей, закрепленных на толкателях днища, и толкатели обечайки, воздействуя на наружную поверхность обечайки, совмещают кромки обечайки с кромками днища. Включают тормоз и выключают тормоз - кольцо растормаживают относительно станины. Включением привода вращают изделие в процессе постановки прихваток. Включают тормоз. Переключают привод и разводят толкатели днищ, освобождая изделие. Пружины устанавливают толкатели обечаек в начальное положение относительно толкателей днища [20].

После выполнения кольцевого шва, развернуть и установить на роликовый стенд, к которому в последующем с помощью специального захвата днище в вертикальном положении установкой подводят второе днище. И в том же порядке проделывают сборку и сварку.

2.8 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними

На величину деформации влияет теплопроводность свариваемого металла: чем выше теплопроводность, тем равномернее распределяется тепловой поток и тем меньше деформация. Поэтому при сварке нержавеющей сталей, обладающих меньшей теплопроводностью и большим коэффициентом линейного расширения, деформации получаются большими, чем при сварке низкоуглеродистой стали. Алюминий же, обладающий более высоким коэффициентом линейного расширения, но значительно лучше проводящий тепло, дает при сварке меньшие деформации по сравнению с низкоуглеродистой сталью. Неравномерное нагревание металла. Наличие сосредоточенного источника тепла (сварочное пламя, электрическая дуга), перемещающегося вдоль шва с какой-то скоростью и вызывающего

неравномерное нагревание металла при сварке, является основной причиной возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях [10].

Для уменьшения деформаций и внутренних напряжений при сварке цветных металлов, имеющих значительный коэффициент линейного и объемного расширения, необходимо увеличивать зазор между свариваемыми кромками и уменьшать объем наплавленного металла, а также требуется жесткое закрепление свариваемых деталей.

Для решения этих проблем, происходит установка винтовых струбцин, которые жёстко закрепляют свариваемые детали, также установка для сварки днища с обечайкой. Сварку лучше производить полуавтоматом (меньше тепловложение, соответственно меньше сварочных напряжений).

2.9 Дефекты сварки и методы их контроля

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения сосудов и их элементов с целью выявления в них следующих дефектов:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящими Правилами;
- непрямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва должны быть зачищены от шлака и других загрязнений.

Контролю внешним осмотром обычно подвергают 100% выполненных швов. Внешние дефекты, такие, как трещины, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, свищи в начале шва (зажигание дуги на основном металле), выводы кратера на орновой металл, сплошные сетки или цепочки пор, непровары, подрезы — не допускаются.

Глубину залегания недопустимых дефектов определяют методом ультразвукового контроля, позволяющего более точно зафиксировать место положения дефекта по толщине шва. Наличие скоплений и цепочек пор на рентгеновских снимках после окончательного просвечивания определяют по результатам послойного ультразвукового контроля. Для сварных швов этих толщин, выполненных плавящимся электродом в среде защитных газов, недопустимы следующие дефекты:

- 1) трещины, несплавления, незаплавленные кратеры, цепочки и скопления пор, наплывы;

- 2) поры и включения диаметром более 3 мм, поры и включения диаметром менее 3 мм при суммарной площади их изображения на снимке, составляющей более 2% по отношению к площади шва на любые 100 мм снимка.

Поры и включения, расположенные на глубине менее 5 мм, исправлению не подлежат, так как они переплавляются при наложении последующих валиков.

Браком считают детали, в которых при ультразвуковом контроле обнаружены следующие дефекты:

- 1) с эквивалентной площадью более 4 мм² при контроле слоя толщиной 40 мм и более 7 мм² при контроле слоя толщиной 200 мм;

- 2) с условной протяженностью более 10 мм при глубине залегания дефектов до 40 мм и более 15 мм при глубине 40—150 мм.

Допускаются дефекты с эквивалентной площадью менее 4 мм при суммарной площади менее 2% площади на любых 100 мм длины, не носящие протяженного характера.

Контроль ультразвуком производится с применением существующего для этих целей оборудования — УЗД-ЗМ, ДУГ-11ИМ и ДУГ-13ИМ и др.

2.10 Выводы

Сравнив два способа сварки и сделав определённые выводы, выбрали наиболее производительный способ сварки, воспользовавшись данными приведёнными в таблице 11.

Таблица 11 – Сравнение механизированной сварки плавящимся электродом и сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона

	Механизированная сварка плавящимся электродом в среде аргона	Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона
Скорость сварки, м/ч	19	5-8
Расход аргона, л/мин	12,6	от 6-10 и выше

В ходе выполненных расчётов можно сделать вывод, что механизированная сварка плавящимся электродом в среде аргона производительнее сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона более чем в 2 раза.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в исследовании и разработке процесса аргонодуговой сварки плавящимся электродом.

Потенциальными потребителями технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава могут выступать промышленные предприятия (производство продуктов питания, химических веществ), объекты жилищно-коммунальной сферы, лаборатории. Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 12.

Таблица 12 - Сегментирование рынка

		Сфера использования		
		Промышленные предприятия	Объекты ЖКХ	Лаборатории
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

В приведённой карте сегментирования показано, что для реализации разработки подходят мелкие и средние предприятия пищевой и химической промышленности, лаборатории и мелкие объекты ЖКХ. По карте сегментирования видно, что у всей выпускаемой продукции есть свой целевой потребитель, не зависимо от размера предприятия.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения [21].

Таблица 13 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобства в эксплуатации	0,1	3	4	3	0,5	0,2	0,3
2. Долговечность	0,2	5	3	4	1	0,2	1
3. Надежность	0,1	5	4	3	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,3
3. Послепродажное обслуживание	0,25	5	5	3	1,25	0,5	1
Итого	1	28	26	21	5	2,35	3,75

где сокращения: Б_ф – Аргонодуговая сварка плавящимся электродом; Б_{к1} – Сварка неплавящимся электродом в аргоне; Б_{к2} – Ручная дуговая сварка.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации [21].

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (26)$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

По результатам расчета видно, что предложенный метод, конкурентоспособен, по сравнению с аналогичными видами сварки. Наибольшие преимущества наблюдаются в сфере долговечности, надёжности и в сроке эксплуатации.

4.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [21].

SWOT-анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 14.

Таблица 14 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые
<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки плавящимся электродом (отсутствие конкурентов на рынке); • Широкая область применения; • Использование современного оборудования; • Актуальность проекта; • Наличие опытного руководителя; • Наличие патента на разработку; • Экономия электроэнергии. 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий; • Перенастройка оборудования; • Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок • Повышение эффективности сварки плавящимся электродом • Применения оборудования работающего в полевых условиях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы. • Зависимость, незначительная от поставщика

В результате проведения SWOT анализа были выявлены основные проблемы, с которыми сталкивается или может столкнуться в будущем предприятие, применяя аргонодуговую сварку плавящимся электродом. Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как экономия электроэнергии, широкая область применения, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров и на создании научной группы из квалифицированных работников. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер

Продолжение таблицы 15

	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	10	Вывод по цели	

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле [27]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} \cdot 2t_{\max\ i}}{5} \quad (27)$$

где: $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дней;

$t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней;

$t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i} \quad (28)$$

где где: T_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [21].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \cdot k_{кал} \quad (29)$$

где: T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{Pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (30)$$

где: $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 16). После заполнения таблицы 5 строим календарный план-график (табл. 17).

















График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

1. Аргонодуговая сварка плавящимся электродом– Исп.1
2. Сварка неплавящимся электродом в аргоне –Исп.2
3. Ручная дуговая сварка– Исп.3

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих дня T_{ki}		
	t_{min} , человеко-дни			t_{max} , человеко-дни			$t_{ожі}$, человеко-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель–инженер			1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Инженер-руководитель			1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель			1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Инженер			10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер - руководитель			3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Инженер			2	3	3	3	5	5
Проведение расчётов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер			7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер - руководитель			2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер			3	3	3	4	4	4

Таблица 17 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кол- во дней	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3									
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	2									
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	2									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2									
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3									
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15									
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	5									
8	Изучение установки	Инженер	6									
9	Моделирование установки	Инженер	3									
10	Изучение результатов	Инженер	3									
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	10									
12	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2									
13	Вывод по цели	Инженер	1									

 - Инженер;  - Руководитель

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта [21].

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (31)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы [21].

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблицы 18 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	Штук	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Сварочная проволока	кг	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
Используемые газы	литр	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого								1978	1978	1978

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме [21].

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

**Таблица 19 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования
для научных работ**

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Источник питания	1	-	-	30	-	-	40	-	-
Итого								40	-	-

4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 20.

Таблица 20 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоёмкость человеко-дни			Заработная плата, приходящаяся на человека			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	1	1	1	4,4			5	5	5
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер - руководитель	1	1	1	4,4			5	5	5
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8

Продолжение таблицы 20

5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6	8	8	8
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10	10	10	0,8	8,9	8,9	8,9
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	3	4	4	4,4	14,8	19,7	19,7
8	Изучение установки	Инженер	4	6	6	0,8	3,6	5,4	5,4
9	Модернизация установки	Инженер	2	3	4	0,8	1,8	2,7	3,6
10	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2	2	2	4,4	9,8	9,8	9,8
11	Вывод по цели	Инженер	3	3	3	0,8	2,7	2,7	2,7
Итого							69,7	74,2	75,1

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и инженер. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а инженер 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (32)$$

где: $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 48000 рублей, а инженера 31700 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (33)$$

где: $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 53760 рублей, инженера – 35504 рублей.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (34)$$

где: $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	48	57	57	57	68	684
Инженер	31	27	28	38	32	337
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	24190,5 руб.					
Исполнение 2	25556,4 руб.					
Исполнение 3	25829,5 руб.					

4.3.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = \left(\sum статеи \right) \cdot k_{нр} \quad (35)$$

где: $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$Z_{\text{накл}} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2 \text{ руб.}$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	37353	36720,5	36636,5	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	207000	115000	13800	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79700	84200	85100	Пункт 3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9564	10104	10212	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 3.3.4
6. Накладные расходы	57249,2	43452,9	47324,5	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	415056,7	315033,8	343102,5	Сумма ст.1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождения связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности [21].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{p i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (36)$$

где $I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{p i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 1} = \frac{415056,7}{415056,7} = 1; \quad I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 2} = \frac{315033,8}{415056,7} = 0,76; \quad I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 3} = \frac{343102,5}{415056,7} = 0,83$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i \quad (37)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.16).

Таблица 23 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
3. Используемые газы	0,15	4	4	4
4. Модернизация установки	0,35	4	5	5
Итого	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-исп.1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5$$

$$I_{p-исп.2} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,15$$

$$I_{p-исп.3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{исп.i}^{фин.пр}} \quad (38)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,5}{1} = 4,5; \quad I_{исп.2} = \frac{3,15}{0,76} = 4,14; \quad I_{исп.3} = \frac{3,8}{0,83} = 4,57.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Θ_{cp}) [21]:

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (39)$$

Таблица 24 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,76	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,14	4,57
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,89	0,98

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4.5 Выводы по разделу

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработки технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава, путём аргонодуговой сварки плавящимся электродом. Были проанализированы слабые и сильные стороны работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта. В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. Также был сформирован бюджет затрат

НТИ, который составил 415 056,7 руб., на зарплату приходит 21,5 процент затрат.

По произведенному анализу видим, что аргонодуговая сварка плавящимся электродом – является эффективным методом для сварки алюминиевых сплавов и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижение и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам сварки алюминиевых сплавов.

5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Объектом исследования является разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава. Данная разработка является методом повышения эффективности процесса сварки плавящимся электродом в среде газа аргона.

В связи с особенностями аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов при проведении сварочных работ предъявляются особые требования к выполнению правил техники безопасности. Невыполнение этих требований может привести к несчастным случаям: отравлению инертным газом, поражению лучистой энергией сварочной дуги и электрическим током, взрывом баллонов и т.д. Среди вредных газов, выделяющихся при сварке, прежде всего, следует отметить такие, как пары и окислы алюминия, марганца, хрома и др. В связи с множеством вредных факторов при производстве работ необходимо соблюдать технику безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Санитарно-гигиенические условия и обязательные мероприятия по охране труда в сварочном производстве регламентируются "Системой стандартов безопасности труда", "Строительными нормами и правилами" (СНиП), Правилами техники безопасности и производственной санитарии, Правилами устройства и эксплуатации отдельных видов оборудования, различными инструкциями, указаниями и другими документами [22].

Все лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении [22].

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86.

Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты [22].

Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

Ширина проходов между установками должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м;

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

При установке однопостового источника питания у стены расстояние от стены до источника должно быть не менее 0,5 м;

Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2 м;

Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека;

Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.;

Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств;

Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты;

Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4);

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности;

Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола [22].

5.3 Производственная безопасность

Таблица 25 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003.-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [5], ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ[8], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[9], СанПиН 2.2.4.548–96[10], СН 2.2.4/2.1.8.562–96[11], СН 2.2.4/2.1.8.566–96[12], СП 52.13330.2011[13], СанПиН 2.2.2.540-96[14].
2. Превышение уровня шума и вибрации		+		
3. Недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+		
4. Опасность поражения электрическим током	+	+		
5. Движущиеся машины и механизмы	+	+		
6. Термическая опасность		+		
7. Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны		+		

5.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности [22].

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительна я влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная, не более	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост.	Не пост.	Пост.	Не пост.				
Холодны й	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
Тёплый	23-25	28	30	22	20	40-60	70	0,1	0,1

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления,

естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление [22].

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень звука не должен превышать 80 дБ, ГОСТ 12.1.003-2014.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

Изоляции источников шумов;

Проведение акустической обработки помещения;

Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;

Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений

освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк (Свод правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" Актуализированная редакция СНиП 23-05-95).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды [22].

Искусственное освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Светильник состоит из источника искусственного освещения (лампы) и осветительной арматуры. Основными источниками искусственного освещения являются лампы накаливания и люминесцентные лампы [22].

Для освещения нашего цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол $\geq 30^\circ$. Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах $10... 30^\circ$.

При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой. Освещенность в этих случаях должна быть ≥ 30 лк. При этом трансформатор для переносных светильников нужно устанавливать вне свариваемого объекта с обязательным заземлением вторичной обмотки трансформатора. Не допускается применение автотрансформаторов.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не

рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (K_p) должен быть не больше 10%. Согласно СН 245-63 коэффициент естественного освещения для наших сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1.5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

5.5 Поражение электрическим током

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ПУЭ, ГОСТ 12.1.019–79.

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее;
- электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;

- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

Утечка аргона из баллона может способствовать наступлению смерти от удушья. Это может быть связано значительным снижением в воздухе объема кислорода в замкнутом пространстве. Если объем аргона в воздухе будет превышать 70% (P3), то человек может подвергнуться, так называемому, наркозу. В связи с тем, что этот газ тяжелее воздуха, это может привести к накоплению его в помещениях, которые трудно проветривать.

Если требуется проводить работы в среде с аргоном, то в этом случае рекомендуется использовать изолирующие приборы и проветривать помещение.

5.6 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов [22].

При выполнении работы образовывались следующие отходы: остатки металла после раскроя, которые маркируются и отправляются на склад. Загрязнители атмосферы поступают в воздух через вентиляционные выбросы, их концентрация относительно невелика, однако из-за огромных валовых выбросов через вентиляцию атмосфера получает большое количество загрязнения. Газообразные отходы, загрязняющие воздух помещений, диоксид алюминия. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Что касается остатков листового металла: рассортированные по типу материала остатки взвешиваются и передаются в место переработки. Там их попросту переплавляют, после чего создают новый прокат, который будет готов к дальнейшему использованию. Здесь очень хорошо проявляется забота о сохранности ресурсов, так как остатки и огарки стальных электродов восполняют уверенную часть использованных ресурсов.

5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека [22].

При написании дипломного проекта была выявлена возможная ЧС, это пожар, аргон – вещество негорючее, но при нагревании происходит повышение давления, что может привести к взрыву баллона.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей [22].

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожаров [22].

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

Курить только в отведенных для курения местах.

В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.

Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

5.8 Выводы по разделу

В результате исследования разработки технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5м³ из алюминиевого сплава участка, были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этом разделе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.
2. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.

3. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.

4. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровья людей.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были рассчитаны режимы сварки встык с разделкой кромок двух листов из алюминиевого сплава АМг6 толщиной 8 мм. А именно, были выбраны два более предпочтительных способа сварки: аргонодуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом и механизированная аргонодуговая сварка плавящимся электродом. В ходе их сравнения по ряду ключевых преимуществ, таких как: производительность сварки выше более чем в 2 раза и потребление расходных материалов было отдано предпочтение второму виду сварки, для него были составлены карты технической документации, а также прописана вся технология сборки и сварки. По рассчитанным режимам сварки выбрали оптимальное оборудование.

По произведенному анализу видим, что аргонодуговая сварка плавящимся электродом – является эффективным методом для сварки алюминиевых сплавов и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам сварки алюминиевых сплавов.

В результате разработки технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава участка, были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этом разделе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.
2. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.
3. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.

4. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровья людей.

Однако до начала производства по данным режимам обязательна их проверка на практике и соответствующая корректировка, особенно вследствие того, что часть расчётов проводилась по приближённым данным, часть по рекомендациям литературы, которая в свою очередь нередко встречаются противоречивые данные.

При соблюдении разработанной технологии сварки ожидается получение сварного соединения, отвечающего своему назначению.

Список использованных источников

1. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х томах / Редкол.: Г.А.Николаев и др.- М.: Машиностроение, 1978. – Т.2 / Под ред. А.И. Акулова, 1978.– 462 с.
2. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. - Киев.:Наукова думка, 1981. – 608 с.
3. Фридляндер И.Н. Цветные металлы и сплавы. Композиционные металлические материалы . – М.: Машиностроение, 2001. – С. 5 - 7
4. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков / Л.С. Лившиц. - Москва: Машиностроение, 1979. С. 253
5. Г.Д. Никифоров / Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов /- Москва. - 1972. С. 96 - 101
6. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. // Наук.думка.– 1990.-С. 211 - 217
7. Руссо В.Л. Сварка алюминия и его сплавов, Судпромгиз, 1970. - С. 214
8. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной. - Москва: Академия 1997. – 315 с.
9. Белинский А.Я., Каганский Б.А., Темкин Б.Н. Оборудование для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов. – Л.: Энергия, 1975.– 100 с.
10. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с
11. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением //Ленинград: Машиностроение 1987. – С. 230
12. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. Ред. Кол.: Г.А. Николаев и др.-М.: Машиностроение, 1978-Т2/ Под ред. Н.А. Ольшанского - 1978-504 с.

13. Бродский А.Я. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом //М.,Машгиз 1956. – С. 97
14. Покатаев Е. П. Расчёт режимов дуговой сварки: методические указания к курсовому и дипломному проекту для студентов специальности 0504. – Волгоград, Под ред. Л.Н. Головановой - 1987-18 с.
15. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / Под ред. А.И. Акулов – М. Машиностроение, 2003.-560 с.: ил.
16. Справочник по сварке. Под ред. Е.В. Соколова и др.-М.: Машиностроение, - 1961-664с.
17. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки /Под. ред. А. И. Акулов - М. : Машиностроение, 1977.- 432 с.
18. Справочник по сварке. Под ред. инж. Е.В. Соколова. Том 1. Москва 1960-556с.
19. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
20. Устройство для сборки днища с обечайкой: патент СССР № 1622107; заявл. 21.06.1988; опубл. 23.01.1991, Бюл. № - 3.
21. Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие //ИГ Видяев, ГН Серикова, НА Гаврикова, НВ Шаповалова, ЛР Тухватулина ЗВ Криницына. – 2014
22. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

Приложение А

(Комплект технологической документации)

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
					ФЮРА.02190.8Л61134					21	1		
ОЭИ ИШНКБ ТПУ										ФЮРА.10190.001			
Изготовление цистерны объёмом 5 м ³ из алюминиевого сплава										У			
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ													
СОГЛАСОВАЛ Доцент ОЭИ _____ Першина А. А. 16. 05. 2020 г.						УТВЕРДИЛ Доцент ОЭИ _____ Першина А. А. 16. 05. 2020 г.							
КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ по изготовлению стыкового сварного соединения цистерны объёмом 5 м ³ из алюминиевого сплава толщиной 8 мм													
ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ Доцент ОЭИ _____ Киселёв А.С. 16. 05. 2020 г.						РАЗРАБОТАЛ Студент _____ Соколов В.О. 16. 05. 2020 г.							
Акт. № 11-03 от 16.05.2020 г.						ГОСТ 14806-80							
ТЛ Титульный лист													

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.8Л61134					9		1		
Разраб.	Соколов В. О.				ОЭИ ИШНКБ ТПУ										ФЮРА 10190.001				
Руковод.	Киселёв А. С.																		
Н.контр.	Першина А. А.				Изготовление цистерны объёмом 5 м ³ из алюминиевого сплава										У				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
А01	1	1	1	005	Разметка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82									
Б02	Разметочная плита					3	слесарь	4	1	1	1								
К/М03	Лист АМгб, 8x1500x5100 мм					ГОСТ 21631-76													
О04	Нанести базовые линии и разметить контуры будущего изделия согласно эскизу Ф ЮРА 20190.001																		
Т05	Линейка, чертилка																		
06																			
А07	1	2	1	010	Резка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82									
Б08	Воздушно-плазменный аппарат ДС120П.33					3	слесарь	4	2	1	1								
К/М09	Лист АМгб, 8x1500x5100 мм					ГОСТ 21631-76													
О10	Прошить отверстие выдерживая размеры согласно эскизу ФЮРА 20190.001																		
Т11	Компрессор воздушный,осушитель воздуха, плазмотрон																		
12																			
А13	2	1	2	015	Фрезерование					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82									
Б14	Универсальный фрезерный станок Prota FNS-55PD					3	слесарь	4	1	1	1								
МК		Маршрутная карта															10		

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					2			
															ФЮРА 10190.002			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
К/М15	Лист АМз6, 8х1500х5100 мм					ГОСТ 21631-76												
О16	Обработать торцы листа согласно эскизу ФЮРА 20190.001																	
Т17	Фреза																	
18																		
А19	2	3	3	020	Строжка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82								
Б20	Воздушно-плазменный аппарат ДС120П.33					3	сварщик	4	2	1	1							
К/М21	Лист АМз6, 8х1428х5035мм					ГОСТ 21631-76												
О22	Снять поверхность металла и создать кромку согласно эскизу ФЮРА 20190.004																	
Т23	Компрессор воздушный,осушитель воздуха, плазмотрон																	
24																		
А25	2	3	3	025	Правка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82								
Б26	Листоправильная машина Roundo PRH 360 / 1500					2	слесарь	4	1	2	1							
К/М27	Лист АМз6, 8х1422х5029					ГОСТ 21631-76												
О28	Выправить заготовку холодной правкой																	
Т29	Цилиндрические валики																	
МК		Маршрутная карта																10

Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
															ФЮРА.02190.8Л61134					3					
																				ФЮРА 10190.003					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
30																									
А31	2	3	3	030	Вальцовка										ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82										
Б32	Трехвалковая гибочная машина гидравлическая. Серия TPR 3										2	слесарь	4	1	2	1									
33	Электрическая печь сопротивления с выкатным подом										3	слесарь	4	2	1	1									
34	Манипулятор										2	слесарь	4	2	1	1									
К/М35	Лист АМзб, 8х1422х5029										ГОСТ 21631-76														
О36	Произвести гибку обечайки с последующим отжигом при температуре 310-335°C и дальнейшим охлаждением на воздухе																								
Т37	Цилиндрические валики																								
38																									
А39	1	1	1	035	Разметка										ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82										
Б40	Разметочная плита										3	слесарь	4	1	1	1									
К/М41	Лист АМзб, 8х2000х2000 мм										ГОСТ 21631-76														
О42	Нанести базовые линии и разметить контуры будущего изделия согласно эскизу ФЮРА 20190.002																								
Т43	Линейка, чертилка																								
44																									
МК		Маршрутная карта																	10						

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					4			
															ФЮРА 10190.004			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
A45	1	2	1	040	Резка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82								
Б46	Воздушно-плазменный аппарат ДС120П.33					3	слесарь	4	2	1	1							
К/М47	Лист АМз6, 8x2000x2000 мм					ГОСТ 21631-76												
О48	Вырезать болванку выдерживая размеры согласно эскизу ФЮРА 20190.002																	
Т49	Компрессор воздушный,осушитель воздуха, плазмотрон																	
50																		
A51	1	2	1	045	Штамповка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82								
Б52	Электрическая печь сопротивления с выкатным подом					3	слесарь	4	2	1	1							
53	Манипулятор					2	слесарь	4	2	1	1							
К/М54	Лист АМз6, 8x2000 мм					ГОСТ 21631-76												
О55	После настройки штампа на прессе на рабочие поверхности пуансона, прижимного и сменного кольца нанести смазку.Загрузить заготовку в нагревательную печь, нагреть печь до температуры 350—430°С и выдержать в течении 6,4-8 минут. По окончании выдержки заготовку выгрузить из печи, уложить на матрицу, центрировать. После прижима заготовки, под действием главного цилиндра пресса опустить ползун с закрепленным на нем пуансоном, деформировать заготовку в эллиптическое днище. Штампованное днище удалить из штампа и транспортировать на отведенное место для остывания.																	
56																		
57																		
58																		
Т59	Манипулятор, матрица, смесь графита серебристого кристаллического ГЛ-2 с маслом индустриальным																	
МК		Маршрутная карта																10

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.8Л61134					5				
															ФЮРА 10190.005				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
60																			
A61	2	3	3	050	Строжка					ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82									
Б62	Воздушно-плазменный аппарат ДС120П.33					3	сварщик	4	2	1	1								
К/М63	Эллиптическое днище из алюминия					ГОСТ 26421-90													
О64	Снять поверхность металла и создать кромку согласно эскизу ФЮРА 20190.004																		
Т65	Компрессор воздушный,осушитель воздуха, плазмотрон																		
66																			
A67	2	3	3	055	Сборка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82									
Б68	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1								
69	Роликовый стенд					2	слесарь	3	1	3	1								
К/М70	Обечайка					ГОСТ 9617-76													
71	Сварочная проволока СвАМз6 Ø1.6					ГОСТ 2246-70													
72	Аргон					ГОСТ 10157-79													
О73	Очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Обезжирить в щелочном растворе, с последующим освещением в 30 – 35%-ном растворе азотной кислоты. Промыть водой. При температуре воздуха ниже 5°С или при наличии влаги произвести сушку горячим воздухом при температуре 80-90°С.																		
74																			
МК		Маршрутная карта																10	

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					6			
															ФЮРА 10190.006			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
75	Установить по краям обечайки винтовые ступицы. Выставить требуемый зазор в стыке при помощи двух винтовых стяжек согласно эскизу ФЮРА 20190.004. Собрать на прихватках : длина прихваток не более 40 мм на расстоянии не более 180 мм и высотой 3-4 мм согласно эскизу ФЮРА 20190.004. Зачистить прихватки от закреплений.																	
76																		
Т77	Струбцины, щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, щелочной раствор,раствор азотной кислоты,вода																	
78																		
А79	2	3	3	060	Сварка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82								
Б80	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1							
81	Роликовый стенд					2	слесарь	3	1	3	1							
К/М82	Обечайка					ГОСТ 9617-76												
83	Аргон					ГОСТ 10157-79												
О84	Приварить вводные, выводные планки. Следует применять вводные и выводные планки для вывода на них начального и конечного участков шва длиной 40 - 50 мм. Размер технологических планок не менее 100 мм. Далее заготовку подаем на сварку продольного стыка на роликовый стенд. Перед сваркой продуть горелку и защитные устройства в течение 2-3 мин. При сварке сварные швы необходимо выполнить в два слоя, слоями высотой 4,0 мм. Сварить корень шва согласно эскизу ФЮРА 20190.004. Зачистить корень шва от закреплений.																	
85																		
86	Заварить облицовочный слой шва. Зачистить облицовочный слой. Эффективным способом окончания сварки служит вывод конца шва на выводные планки, которые после сварки удаляют.																	
87																		
Т88	Щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, вводные, выводные планки.																	
89																		
МК		Маршрутная карта																10

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					7			
															ФЮРА 10190.007			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
А90	2	3	3	065	Сборка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82								
Б91	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1							
92	Установка для сварки днища с обечайкой					2	слесарь	3	1	3	1							
К/М93	Обечайка					ГОСТ 9617-76												
94	Эллиптическое днище из алюминия					ГОСТ 26421-90												
К/М95	Сварочная проволока СвАМг6 Ø1.6					ГОСТ 2246-70												
96	Аргон					ГОСТ 10157-79												
О97	Очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Обезжирить в щелочном растворе, с последующим осветлением в 30 – 35%-ном растворе азотной кислоты. Промыть водой. При температуре воздуха ниже 5°С или при наличии влаги произвести сушку горячим воздухом при температуре 80-90°С. С помощью специальной установки для сварки днища с обечайкой, установить днище в центральный толкатель и зафиксировать его при помощи пневмоцилиндров, которые захватывают и удерживают его согласно ФЮРА.02190.007.ВО. Установить на торцевой поверхности днища упоры равные величине зазора в стыке. Величина зазора в стыке должна быть b=0+1мм, т.к. по ГОСТ 14806-80 принята разделка кромок типа С17.Установить прихватки согласно эскизу ФЮРА 20190.005. Длина прихваток 80 мм с шагом 150-300 мм, сечение прихватки должно составлять 1/3 сечения первого прохода, но не более 4 мм.																	
98																		
О99																		
100																		
101																		
102																		
Т103	Щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, щелочной раствор,раствор азотной кислоты,вода																	
104																		
МК		Маршрутная карта															10	

[illegible]

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
															ФЮРА.02190.8Л61134		9				
																	ФЮРА 10190.009				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.					
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.						
О120	Произвести ВИК готовой сварной конструкции согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014 и ГОСТ 14806-80																				
Т121	Луна, линейка, УШС-1																				
122																					
А123	3	2	4	075	Ультразвуковой контроль					ИОТ №1,ГОСТ 21397-81,ГОСТ 14782-76											
Б124	Роликовый стенд					1	слесарь	4	1	2	1										
125	УЗД-3М					1	оскопис	4	1	2	1										
К/М126	Цистерна объёмом 5м ³					ОСТ 26-01-1183-82															
О127	Произвести ультразвуковой контроль эхо-методом готовой сварной конструкции согласно ГОСТ 21397-81																				
Т128	Щётка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм,калибровочные и настроечные образцы,наклонные преобразователи																				
129																					
130																					
131																					
132																					
133																					
134																					
МК		Маршрутная карта																	10		

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.8Л61134					6		1		
Разраб.	Соколов В. О.				ОЭИ ИШНКБ ТПУ									ФЮРА. 60190.001					
Руковод.	Киселёв А. С.																		
Н.контр.	Першина А. А.				Изготовление цистерны объёмом 5 м ³ из алюминиевого сплава										У				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Із	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tи	Tп				
A01	2	3	3	055	Сборка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82									
B02	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1								
03	Роликовый стенд					2	слесарь	3	1	3	1								
К/М04	Обечайка					ГОСТ 9617-76													
05	Сварочная проволока СвАМг6 Ø1.6					ГОСТ 2246-70													
06	Аргон					ГОСТ 10157-79													
O07	1.Установить в кондуктор стыковое соединение																		
08	2.Очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину не менее 20 мм																		
09	3.Удалить загрязнения минеральными маслами в растворителе РДВ или бензине Б70 с помощью волосяного ерша или салфетки																		
10	4.Обезжирить в течение 5 – 8 минут в растворе: тринатрийфосфат Na ₃ PO ₄ – 35 – 50 г, углекислая сода Na ₂ CO ₃ – 35 – 50 г, жидкое																		
11	стекло Na ₂ SiO ₃ – 30 г, вода – 1000 см ³ , температура раствора 60 – 70 °С в течение 1 мин.																		
12	5.Промыть в теплой воде при температуре 50 – 60 °С																		
13	6. Произвести травление в 4 – 5%-ном растворе едкого натра при температуре 60 – 70 °С в течение 1 мин., с последующей промывкой в																		
14	холодной воде																		
OK		Операционная карта														60			

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					2			
															ФЮРА. 60190.002			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
РС1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vc	Vn	qоз	qдз	qк	Tu	Tn			
15	7.Осуществить осветление в растворе 30 – 35%-ной азотной кислоты, с последующей промывкой в хлоридной воде. Промыть в горячей проточной воде (температура 50 - 60°C)																	
16																		
17	8.При температуре воздуха ниже 5°C или при наличии влаги произвести сушку горячим воздухом при температуре 80-90°C																	
18	9.Установить по краям обечайки винтовые ступицы. Выставить требуемый зазор в стыке при помощи двух винтовых стяжек согласно эскизу ФЮРА 20190.004																	
19																		
20	10.Собрать на прихватках : длина прихваток не более 40 мм на расстоянии не более 180 мм и высотой 3-4 мм согласно эскизу ФЮРА 20190.004																	
21																		
РС22	Н	1	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
23	11.Зачистить прихватки от зарызнений.																	
Т24	Струбины, щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, щелочной раствор,раствор азотной кислоты,вода																	
25																		
А26	2	3	3	060	Сварка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82								
Б27	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1							
28	Роликовый стенд					2	слесарь	3	1	3	1							
К/М29	Обечайка					ГОСТ 9617-76												
ОК		Операционная карта															60	

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					3			
															ФЮРА. 60190.003			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
РС1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vc	Vn	qоз	qдз	qк	Tи	Tп			
К/М30	Аргон					ГОСТ 10157-79												
О31	1.Приварить вводные, выводные планки. Следует применять вводные и выводные планки для вывода на них начального и конечного участков шва длиной 40 - 50 мм. Размер технологических планок не менее 100 мм																	
32																		
33	2.Перед сваркой продуть горелку и защитные устройства в течение 2-3 мин																	
34	3.Сварить корень шва согласно эскизу ФЮРА 20190.004																	
РС35	Н	1	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
36	4.Зачистить корень шва от закраплений																	
37	5.Заварить облицовочный шов																	
РС38	Н	2,3	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
39	6.Зачистить облицовочный слой шва от закраплений																	
Т40	Щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, вводные, выводные планки.																	
41																		
А42	2	3	3	065	Сборка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82								
Б43	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1							
44	Установка для сварки днища с обечайкой					2	слесарь	3	1	3	1							
<div> <div>OK</div> <div>Операционная карта</div> <div>60</div> </div>																		

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
															ФЮРА.02190.8Л61134					4
															ФЮРА. 60190.004					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования									СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала									Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
РС1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vc	Vn	qоз	qдз	qк	Tи	Tп					
К/М45	Обечайка									ГОСТ 9617-76										
46	Эллиптическое днище из алюминия									ГОСТ 26421-90										
47	Сварочная проволока СвАМг6 Ø1.6									ГОСТ 2246-70										
48	Аргон									ГОСТ 10157-79										
О49	1.Установить в установку для сварки днища с обечайкой																			
50	2.Очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину не менее 20 мм																			
51	3.Удалить загрязнения минеральными маслами в растворителе РДВ или бензине Б70 с помощью волосяного ерша или салфетки																			
52	4.Обезжирить в течение 5 – 8 минут в растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 – 35 – 50 г, углекислая сода Na_2CO_3 – 35 – 50 г, жидкое																			
53	стекло Na_2SiO_3 – 30 г, вода – 1000 см ³ , температура раствора 60 – 70 °С в течение 1 мин.																			
54	5.Промыть в теплой воде при температуре 50 – 60°С																			
55	6. Произвести травление в 4 – 5%-ном растворе едкого натра при температуре 60 – 70°С в течение 1 мин., с последующей промывкой в																			
56	холодной воде																			
57	7.Осуществить осветление в растворе 30 – 35%-ной азотной кислоты, с последующей промывкой в хоодной воде. Промыть в горячей																			
58	проточной воде (температура 50 - 60°С)																			
59	8.При температуре воздуха ниже 5°С или при наличии влаги произвести сушку горячим воздухом при температуре 80-90°С																			
ОК		Операционная карта																	60	

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
														ФЮРА.02190.8Л61134		5		
																ФЮРА. 60190.005		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Із	Пл	U	I	Vс	Vn	qоз	qдз	qк	Tи	Tп			
60	9.С помощью специальной установки для сварки днища с обечайкой, установить днище в центральный толкатель и зафиксировать его при помощи пневмоцилиндров, которые захватывают и удерживают его																	
61																		
62	10.Установить на торцевой поверхности днища шупы равные величине зазора в стыке. Величина зазора в стыке должна быть $b=0+1$ мм, т.к. по ГОСТ 14806-80 принята разделка кромок типа С17.																	
63																		
64	11.Установить прихватки согласно эскизу ФЮРА 20190.005. Длина прихваток 80 мм с шагом 150-300 мм, сечение прихватки должно составлять 1/3 сечения первого прохода, но не более 4 мм.																	
65																		
РС66	Н	І	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
67	12.Зачистить прихватки от закреплений.																	
Т68	Щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, щелочной раствор,раствор азотной кислоты,вода																	
69																		
А70	2	3	3	070	Сварка					ИОТ №1, ГОСТ 14806-80, ОСТ 26-01-1183-82								
Б71	Сварочный полуавтомат EWM Taurus 351					3	сварщик	3	2	1	1							
72	Установка для сварки днища с обечайкой					2	слесарь	3	1	3	1							
К/М73	Обечайка					ГОСТ 9617-76												
74	Эллиптическое днище из алюминия					ГОСТ 26421-90												
OK		Операционная карта															60	

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										ФЮРА.02190.8Л61134					6			
															ФЮРА. 60190.006			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vn	qоз	qдз	qк	Tu	Tn			
К/М75	Сварочная проволока СвАМз6 Ø1.6					ГОСТ 2246-70												
76	Аргон					ГОСТ 10157-79												
О77	1.Сварить корень шва согласно эскизу ФЮРА 20190.005																	
РС78	Н	1	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
79	2.Зачистить корень шва от закразнений																	
80	5.Заварить облицовочный шов																	
РС81	Н	2,3	14	9-15	5-10	О	30-34	300-340	15-25м/ч	11м/мин	10л/мин							
82	6.Зачистить облицовочный слой шва от закразнений																	
Т83	Щеточка из нержавеющей проволоки диаметром не более 0,15 мм, вводные, выводные планки.																	
84																		
85																		
86																		
87																		
88																		
89																		
<div> <div>ОК</div> <div>Операционная карта</div> <div>60</div> </div>																		

				ГОСТ 31105-84				Форма 7			
Дубль											
Взам.											
Подл.											
								ФЮРА.02190.8/16.1134		6	1
Разраб.	Соколов В.О.		10.03.2020		ОЭИ ИШНКС ТПУ				ФЮРА.20190.001		
Проверил.	Киселев А.С.										
				Раскрой листа под обечайку				У			
Н. контр.	Першина А.А.										
<p>Изготовление обечайки с припусками на фрезерование торцов, строжку и усадку при сварке 005/010/015</p>											
<div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> - Отходы </div> <div style="text-align: center;"> - Полезный металл </div> </div>											
<p>Примечание: данный раскрой является оптимальным, так как общая потеря металла составляет 3,1%.</p>											
КЭ										20	

				ГОСТ 31105-84				Форма 7							
Дубль.															
Взам.															
Подл.															
								ФЮРА.02190.8/16.1134		6		2			
Разраб.		Соколов В.О.				10.03.2020		ОЭИ ИШНКБ ТПУ				ФЮРА.20190.002			
Проверил.		Киселёв А.С.													
Н. контр.		Першина А.А.						Раскрой листа под днище				У			

035/040

2000

2000

Номер детали	Количество
1	2

Примечание: данный раскрой является оптимальным, так как потеря металла составляет 24,7%.

- Отходы
 - Полезный металл

КЭ		20
----	--	----

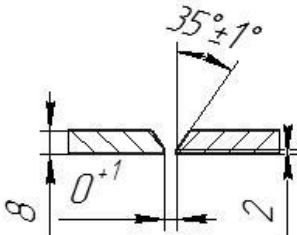
				ГОСТ 31105-84				Формат			
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
								ФЮРА.02190.8/16.1134		6	3
Разраб.	Соколов В.О.		10.03.2020	ОЭИ ИШНКБ ТПУ				ФЮРА.20190.003			
Проверил	Киселев А.С.										
				Днище эллипсоидное отбортованное из сплава АМг6							
Н. контр.	Першина А.А.							У			

КЭ		20
----	--	----

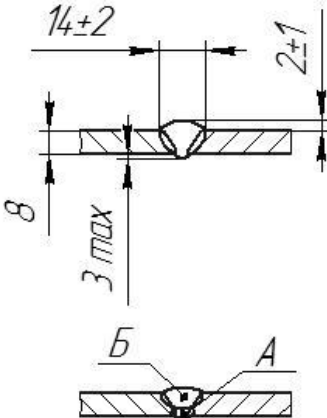
				ГОСТ 3.1105-84				Форма 7			
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
								ФЮРА.02190.8/161134		6	4
Разраб.	Сохолов В.О.		10.03.2020	ОЭИ ИШНКС ТПУ				ФЮРА.20190.004			
Проверил	Киселев А.С.										
				Выполнение продольного шва обечайки				У			
Н. контр.	Першина А.А.										

020/050/055

Подготовка кромок:



Сварной шов:



060

1420

№1 ГОСТ 14806-80-С17-П1П-□

φ1616

Количество проходов	Диаметр электрода	Сила тока, А	Напряжение дуги В	Скорость сварки, м/мин	Скорость подачи проволоки, м/мин
2	16	300-340	32-34	0.32	10.65

КЭ		20
----	--	----

				ГОСТ 3.1105-84				Форма 7			
Дубль											
Взам.											
Подл.											
								ФЮРА.02190.8/161134		6	5
Разработ.		Соколов В.О.		10.03.2020		ОЭИ ИШНКТ ТПУ		ФЮРА.20190.005			
Проверил.		Киселев А.С.									
Н. контр.		Першина А.А.		Сварные соединения алюминиевой цистерны				У			

065

80

8 прихваток

$\phi 1600$

Сварной шов:

14±2

2±1

8

3 max

Б А

070

Направление вращения цистерны

а

б

Порядок наложения слоев при сварке поворотного стыка цистерны одним сварщиком:
а – выполнение первого слоя шва, б – выполнение второго слоя шва;
1-8 – последовательность наложения участков слоев.

Примечание: Сварку шва осуществляют в два слоя. Слои в швах стыков следует выполнять обратноступенчатым способом; при этом длина каждого участка не должна превышать 150-300 мм. Выполнив сварку участков 1, 2, поворачивают трубу на 90° и заваривают участки 3, 4, затем снова поворачивают трубу на 90° и выполняют сварку участков 5, 6 и т. д. Второй слой выполняется аналогично в противоположном направлении. При этом на свариваемые кромки не должны попадать крупные брызги расплавленного металла и сварка должна быть выполнена без прожогов. Перекрывание начала и конца смежного слоя должно составлять 20-25 мм. Последующий слой сварки должен быть смещен от нижней точки окружности цистерны на 50-60 мм.

КЭ		20
----	--	----

										ГОСТ 31105-84				Форма 7			
Дубль.																	
Взам.																	
Подл.																	
										ФЮРА.02190.8/16.1134				6		6	
Разраб.		Саколов В.О.				10.03.2020		ОЭИ ИШНЖБ ТПУ				ФЮРА.20190.006					
Проверил.		Киселёв А.С.															
Н. контр.		Першина А.А.						Порядок выполнения швов				У					

ГОСТ 14806-80-С17-ПМП

2N²

N²

N² ГОСТ 14806-80-С17-ПМП-

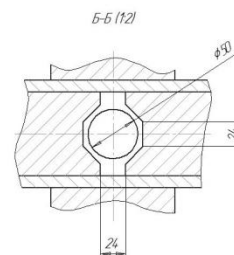
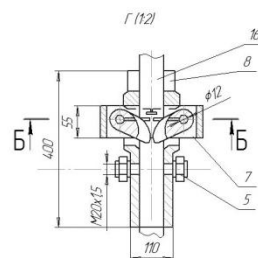
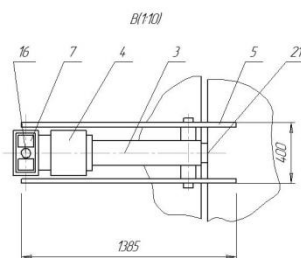
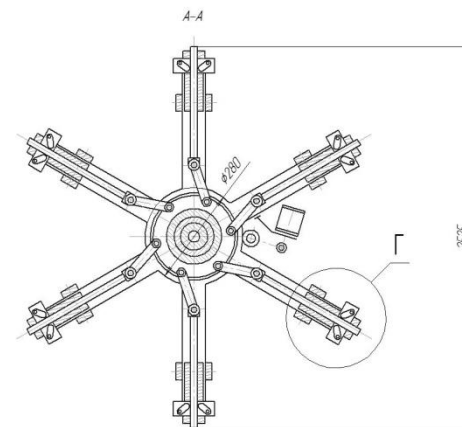
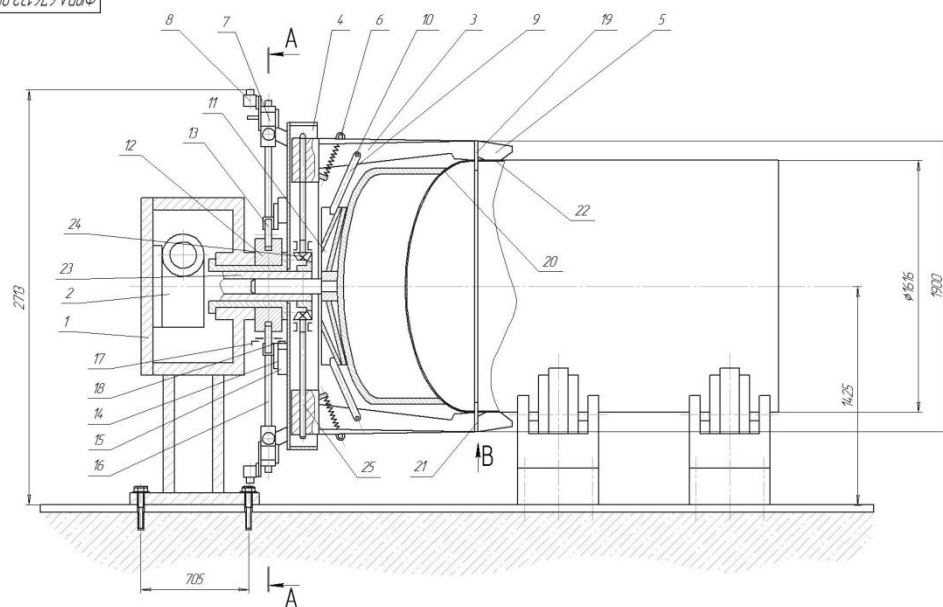
КЭ		20
----	--	----

Приложение Б

(Обязательное)

Чертёж установки для сварки днища с обечайкой

ФДРА.676132.007.В0



Технические требования:
1. Размеры для справок.
2. Покрытие подвижных частей установки эмаль НЭ-132П ГОСТ 6631-74, голубой, У1.
3. Покрытие неподвижных частей установки эмаль НЭ-132П ГОСТ 6631-74, зеленая, У1.

Код	Наименование	Количество	Примечание
	Сборочные единицы		
1	Станина	1	
2	Электроприбор	1	
3	Центрирующий толкатель днища	6	
4	Направляющие	6	
5	Толкатель одежки	6	
6	Рычаг подпружиненный	6	
7	Плывающий клиновид	6	
8	Блок		
9	Электромагнит управляющий	6	
10	Подпружиненная опора	6	
11	Пружина	6	
12	Направляющая стола	6	
13	Кольцо	1	
14	Шпатель	6	
15	Пазлы	6	
16	Направляющие	6	
17	Шток	6	
18	Тормоз	1	
19	Тормоз	1	
20	Упор фиксирующий	3	
21	Днище	1	
22	Упор	3	
23	Одежка	1	
24	Приводной вал	1	
25	Коническая передаточная шестерня	6	

ФДРА.676132.007.В0

Установка для сборки днища с одежкой общий вид

Ст3

ОЗН ИИ-НКС ТПУ

Контракт: Формат: А1